



Aaro Karvonen

**LÄMPÖHIRSIKEHIKON ASENNUS- JA HUOLTO-OHJEET
KERON HIRSIRAKENNUS OY:LLE**

LÄMPÖHIRSIKEHIKON ASENNUS- JA HUOLTO-OHJEET
KERON HIRSIRAKENNUS OY:LLE

Aaro Karvonen
Opinnäytetyö
Kevät 2012
Rakentamisen koulutusohjelma
Ylempi ammattikorkeakoulututkinto
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu

Tekniikan yksikkö, rakentamisen koulutusohjelma, ylempi ammattikorkeakoulututkinto

Tekijä(t): Aaro Karvonen

Opinnäytetyön nimi: Lämpöhirsikehikon asennus- ja huolto-ohjeet

Työnohjaaja(t): Yliopettaja Kauko Tulla

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2012 Sivumäärä 51 + 46 liitesivua

Opinnäytetyön, tuotekehitystyö, aiheena oli lämpöhirsitalojen ja loma-asuntojen asennus- ja huolto-ohjeiden laatiminen Keron Hirsirakennus Oy:lle. Ohjeet tullaan luovuttamaan yrityksen asiakkaille ja asennusryhmille. Keron Hirsirakennus Oy on perustettu 2008, jolloin yritys teki erilaisia rakennuksia pelkkahirrestä. Vuoden 2008 lopussa yritys hankki koneet lämpöhirren valmistukseen. Tällä menetelmällä lämpöhirsitä Suomessa ei kukaan muu yritys valmista. Kyseinen lämpöhirsi on mallisuoja.

Yritys valmistaa ja myy lämpöhirrestä valmistettuja Kerohirsitalopaketteja. Yritykseltä löytyy eripaksuisella eristeellä valmistettuja lämpöhirsitä, joiden vahvuudet ovat 190 mm, 240 mm, 290 mm ja 310 mm. Kerohirsitalot valmistetaan kahdesta 45 mm:n hirsilamellista, jotka on yhdistetty toisiinsa välikalikoilla pyrstöuratekniikalla. Välikalikat tulevat 585 mm:n välein. Lamellien väliin asennetaan puukuitueriste. Nurkat salvetaan koneellisesti lohennyso-urkamenetelmällä.

Asennus- ja huolto-ohjeiden laatiminen aloitettiin yrityksen kanssa yhteistyössä. Työtä jatkettiin ja käytiin läpi erilaisia ratkaisuja, joita rakennuksen asennuksessa tulisi huomioida. Rakennedetaljeista tehtiin erilaisia vaihtoehtoja, ja parhaiksi havaitut rakenneratkaisut otettiin käytäntöön. Kuusamon kaupungin rakennustarkastajien yhteisessä palaverissa käytiin rakenneratkaisut läpi.

Asennus- ja huolto-ohjeessa esitetään rakennuksen rakenneratkaisut sekä yrityksen asettamat omat vaatimukset ja suositukset eri työvaiheisiin. Ohjeet lähetetään muiden asiakirjojen mukana asiakkaalle. Ohjeita käytetään apuvälineenä asennuksen yhteydessä. Ohjeen käyttö nopeuttaa rakentamista ja vähentää rakentamisessa tapahtuvia virheitä.

Asiasanat:

Lämpöhirsi, hirsitä, asennusohje

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences

Degree programme in Engineering, Master's Degree

Author(s): Aaro Karvonen

Title of thesis: Heat the log frame, installation and maintenance instructions

Supervisor(s): Principal Lecturer Kauko Tulla

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2012

Number of pages 51 + 46 pages of appendices

This study, product development, the subject was the heat of log houses and holiday homes in the installation and maintenance guidelines Keron Log cabin Oy. Instructions will be issued to clients of the firm, and installation teams. Keron Log Construction Ltd. was founded in 2008, when the company made a variety of buildings, square timber. The end of 2008 the company acquired the manufacturing of machines for thermal logs. By this method the heat logs in Finland is not anyone else in the company in manufacturing. The thermal model of a log is being protected.

The company manufactures and sells temperature logs made Kerohirsitalopaketteja. Company can be found in different thickness made of heat insulating timber, the strengths are 190 mm, 240 mm, 290 mm and 310 mm of thermal logs. Kerohirsitalot excise the design of two distance of 45 mm:n loglamellas which have been connected to each other spacers the tail of fittings technology, spacer come from 585 mm at intervals no. Lamellas are installed between the wood fiber. Corners on the dovetail on mechanically salmon in the tail of-gusset the method of.

Installation and service instructions for the preparation of the company was started with the co-operation. The work was continued and took place in a variety of structural details and solutions through the installation of the building should be considered. Structural details were various options, the best solutions found in the structure workshop will be opened for use by the Kuusamo city building inspectors, a meeting took place through the joint.

Installation and maintenance instructions set out in the building design solutions as well as the company set its own requirements and recommendations for the different phases are involved. Help and How-is sent to the other of documents involved in to the customer, which is used a tool to installation of the context of. How to Use Help to speed up construction and reduce construction errors that occur.

Tags:

Temperature log, log, installation manual

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	8
1.1	Toimeksiantaja.....	8
1.2	Työn aihe.....	8
1.3	Työn tavoitteet.....	9
2	KEHITYSTEHTÄVÄ.....	10
3	HIRSIRAKENTAMINEN.....	11
3.1	Historia.....	11
3.2	Tekniikka ja rakenteet.....	11
3.3	Kehitys ja normisto.....	14
3.4	Lämpöhirren eriste.....	15
3.5	Lämpöhirren ekologisuus.....	16
4	LÄMPÖHIRSI.....	19
4.1	Lämpöhirren U-arvo.....	19
4.2	Lämpöhirren tiiveys.....	20
4.3	Lämpöhirren valmistus.....	20
4.4	Kierrätys ja hukka tehtaalla.....	21
5	RAKENTEET JA DETALJIT.....	22
5.1	Perustus.....	22
5.1.1	Yleistä.....	22
5.1.2	Pilariperustus.....	22
5.1.3	Tuulettuva alapohja/perustus.....	24
5.1.4	Maanvarainen perustus.....	25
5.1.5	Betonointi.....	26
5.2	Alapohja.....	27
5.2.1	Tuulettuva alapohja.....	27
5.2.2	Betonilaatta ja koolattu lattia.....	27

5.2.3	Lattialaudan asennus.....	28
5.2.4	Märkätilojen lattiarakenne.....	28
5.3	Yläpohja.....	28
5.3.1	NR-ristikoiden asennus.....	29
5.3.2	Kattokannakkeiden asennus.....	29
5.3.3	Vesikatteen ja otsalautojen asentaminen.....	29
5.3.4	Yläpohjan koolaus.....	30
5.3.5	Yläpohjan eristäminen.....	30
5.4	Välipohja.....	30
5.4.1	2-kerroksinen.....	31
5.4.2	1,5-kerroksinen.....	31
5.5	Väliseinät.....	31
5.5.1	Kevyet väliseinät.....	32
5.5.2	Kantavat ja jäykistävät väliseinät.....	32
5.6	Ikkunat ja ovet.....	33
5.6.1	Ikkunoiden ja ovien asennus.....	33
5.6.2	Listoitus ja vuorilautojen asennus.....	33
6	HIRSIRAKENNUKSEN VARASTOINTI.....	34
6.1	Valmistelut toimitukseen.....	34
6.2	Toimituksen tarkastaminen ja varastointi.....	34
7	LÄMPÖHIRSIKEHIKON PYSTYTYS.....	36
7.1	Johdanto.....	36
7.2	Perustuksen tarkistaminen.....	36
7.3	Kehikon asennus.....	37
7.4	Ikkuna- ja oviaukot.....	38
7.5	Kierresäätöjalan käyttö.....	38
8	HUOLTO-OHJEET.....	39
8.1	Puuverhous.....	39
8.2	Hirsi.....	42
8.3	Tiili.....	45
8.4	Vesikatto.....	46

9 POHDINTA.....	48
-----------------	----

LÄHDELUETTELO.....	49
--------------------	----

LIITTEET

Liite 1 Lämpöhirren rakennedetaljit

Liite 2 NR-rakenteiden asennus- ja tuentaohje

1 JOHDANTO

1.1 Toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Keron Hirsirakennus Oy. Yritys on perustettu 2008, jolloin yritys teki erilaisia rakennuksia pelkkahirrestä. 2008 vuoden lopussa yritys hankki koneet lämpöhirren valmistukseen. Yrityksessä työskentelee vakituisesti kolme henkilöä, sesonkiaikana työntekijöitä on useampia. Tehdas sijaitsee Kuusamossa, Kerolla. Tällä menetelmällä lämpöhirsä Suomessa ei mikään muu yritys valmista. Lämpöhirsi on mallisuojustu.

Yrityksellä on valmiita talo- ja loma-asuntomalleja, mutta yleensä suunnitelmat tehdään asiakkaan toiveiden mukaisesti. Valmiita mallistoja on myös mahdollisuus muokata asiakkaalle sopiviksi vaihtoehdoiksi. Toimitukseen on mahdollista sisällyttää asennuspalvelu tai asiakas voi halutessaan vastata itse rakentamisesta. Paketin rakentamistapa on paikalla rakennettava, jossa lämpöhirret nostellaan yksitellen paikoilleen. Lämpöhirrellä rakentamisen yhtenä etuna on lämpöhirren keveys ja käsiteltävyys, jolloin nostureita ei työmaalla tarvitse lämpöhirsien nostelussa.

1.2 Työn aihe

Keron Hirsirakennuksen toimitusjohtaja Jorma Mursu otti yhteyttä vuoden 2008 loppupuolella. Hän esitti heidän suunnitelmansa alkaa valmistaa lämpöhirsitaloja. Sitä varten he tarvitsivat suunnittelijan, joka tekee rakenne- ja arkkitehtuurisuunnitelmia. Sovimme palaverin, jossa kävimme asioita läpi, mitä he tarvitsivat. Aloin suunnittelemaan rakenneratkaisuja ja hirsikaavioita. Hirsikaavioiden piirtämisen suunnittelu alkoi myös asennusohjeistuksen myötä, joita kumpaakaan ei ollut saatavissa Suomessa. Hirsikaaviosuunnittelua käytiin yrityksen tuotantopäällikkö Jarno Mursun kanssa läpi ja yhteissuunnittelun myötä aloin tehdä kaavioita omaan suunnitteluohjelmistoon. Hirsikaaviosuunnittelu piti saada mahdollisimman nopeasti käyntiin. Tämän jälkeen yritys pyysi suunnittelemaan ja laatimaan asennus- ja huolto-ohjeet.

Työn ohjaajana toimi Keron Hirsirakennus Oy:n toimitusjohtaja Jorma Mursu, Oulun seudun ammattikorkeakoulun yliopettaja Kauko Tulla ja kielen ohjauksesta vastasi lehtori Tuula Hopeavuori. Aloitin työn 2009 ja sain sen valmiiksi 2012.

1.3 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena oli saada sellainen ohjeistus rakentamiseen, josta olisi hyötyä niin ammattirakentajalle kuin myös ensirakentajalle. Ohjeistuksen avulla saatettaisiin rakentaminen sellaiselle tasolle, että myös ensirakentaja pystyy rakennuksen rakentamaan. Oppaan tuli olla selkeä ja helppolukuinen. Ohjeeseen tuli liittää tarvittavat detaljileikkaukset rakenteista.

Keron Hirsirakennus Oy:lle toimitetaan erilliset asennus- ja huolto-ohjeet, jotka yritys toimittaa asiakkaalle talotoimituksen mukana.

2 KEHITYSTEHTÄVÄ

Kehitystyötä voisi sanoa menetelmäkehitystyöksi, jossa kehitettiin erilaisia työtapoja ja rakenteita lämpöhirsirakentamisessa. Kehitystyössä selvitettiin erilaisia tutkimuksia ja rakennusmääräyksiä hirsirakentamisesta. Suomessa on erilaisia rakentamisen ohjeita ja määräyksiä, joita on noudatettava, esimerkiksi Suomen rakentamismääräyskokoelma, rakennuslainsäädäntö, RT- kortisto ja Palo- ja rakennuslainsäädäntö 15. painos.

Keron Hirsirakennus Oy:n toimitusjohtaja otti yhteyttä vuoden 2008 alkupuolella. Yritys valmistaa pelkkahirsisiä rakennuksia tilaustyönä ja tarvitsee näiden rakennuksien suunnittelijaa, lähinnä rakennesuunnittelua. Vuoden 2008 alussa olin juuri perustanut rakennusalan insinööritoimiston opetustyön ohelle. Kerroin omasta yrityksestä ja siitä, millaisia suunnitelmia yrityksessä tehdään.

Vuonna 2009 Jorma Mursu esitti, että heillä olisi tiedossa työstökoneet, joilla voisi alkaa valmistaa lämpöhirsitaloja. Työstökoneita käytiin katsomassa paikan päällä tuolloin koneet eivät olleet käytössä vaan, ne oli varastoitu. Koneiden kunto tarkastettiin päällisin puolin. Koneet oli suunniteltu vain lämpöhirren työstämiseen ja vastaavanlaisia koneita ei muualla ollut käytössä. Koneiden sisäänajo alkoi saman vuoden loppupuolella ja ensimmäisiä rakennuksia yritys alkoi valmistaa vuoden lopussa.

Suunnittelutarve tuli nyt myös arkkitehtuurille, hirsikaavio- ja rakennesuunnittelulle. Keron hirsirakennus Oy:llä ei ollut käytettävissään minkäänlaisia ohjelmia tai ohjeistuksia. Kyseinen lämpöhirsirakentaminen on Suomessa käytössä vain Keron Hirsirakennuksella. Vuoden 2010 alussa aloin tehdä tätä kehitystyötä, jossa kehitettiin ja suunniteltiin uusia rakenneratkaisuja sekä asennusohjeistusta lämpöhirsirakentamiseen.

Hirsikaaviosuunnittelua käytiin yrityksen kanssa läpi ja yhteissuunnittelun myötä aloitettiin tekemään hirsikaaviopohjaa omaan suunnitteluohjelmistoon. Hirsikaavioita käytetään tuotannon koneiden työstöohjeina ja lämpöhirsien asennuksessa, joista käy ilmi hirsien asennusjärjestys ja seinäkaaviokuvat.

3 HIRSIRAKENTAMINEN

3.1 Historia

Suomalaisen talonpoikaisen rakentamisen arkkityyppi on nelikulmion muotoinen, hirsistä rakennettu savupirtti, jossa on loiva harjakatto ja ovi toisessa päädyssä. Aikoinaan se oli monitoimitila, johon perheen elämä keskittyi. Ulkomuodoltaan sen sukulaisia ovat aitat, pajat, saunat, riidet ja ladot, joita on paljon purettu mutta joita silti on vieläkin pystyssä tuhatmäärin, varsin paljon Pohjois-Pohjanmaalla. Näistä mielenkiintoisimpia ja kauneimpia ovat aitat, joita on erinäköisiä ja erikokoisia eri tarpeisiin. Samaa tyyppiä ovat liikelaitosten makasiinit, joista edustavan kokoelman näkee Oulun kauppatorilla. Aitoista vanhimmat ovat jopa 1700-luvulta ja uusimmat viime vuosilta, sillä niiden muoto on hyväksi havaittu. Monien latojen muodostama ”latomeri” tasangoilla on vaikuttava näky. Tyypiltään hieman erilaisia, pitkänomaisia ja ovi sivuseinässä, ovat erilaiset varastorakennukset, joita Pohjois-Pohjanmaalla kutsutaan nimillä puohi, puoji ja luhti. (Asunmaa.)

Tyypillinen pohjalaistalo Pohjois-Pohjanmaalla on suorakaiteen muotoinen. Siinä on korkeahkot julkisivut, satulakatto ja rakennuksesta ulkoneva satulakattoinen kuisti. Kuisteista osa on korkeita, talon räystäslinjaa noudattavia, ja osa räystään alla. Harvinaisempia ovat mutterinmuotoiset kuistit ja lasikuistit, joita tehtiin varallisuuden kasvaessa. Lasikuistia voi pitää aikansa muoti-ilmiönä. (Asunmaa.)

Vanha rakentamisen idylli alkoi muuttua jo 1940-luvulla, kun maatalous teknistyi ja keskittyi. Ulkorakennukset ovat tarpeettomina vähentyneet, mutta toisaalta on tullut uusiakin, kuten usein yli muiden rakennusten kohoavat viljankuivaamot, autotallit ja suurensuuret työkonehallit. (Asunmaa.)

1940-luvulta lähtien maaseudun ja kaupunkien omakotirakentaminen ei enää erotu selvästi toisistaan. 1940-luvulla neliöpohjakaavaiset, puolitoistakerroksiset rakennukset tulivat

muotiin. Niistä useimmat liittyivät siirtoväen ja rintamamiesten asuttamiseen ja uusien kaupunginosien rakentamiseen. Ne erottuvat selvästi vanhemman rakennuskannan joukosta; asutusryppäinä niitä voi nähdä ns. asutuskylissä ja 1940–1950-luvuilla rakennetuissa kaupunginosissa. Aluksi näitä ns. kantti kertaa kantti -taloja moitittiin rumiksi, nyt niitä enimmäkseen kehutaan. Tämä on tyypillistä rakentamisen historiassa, jossa arvostus voi tulla vasta vuosikymmenien kuluttua. (Asunmaa.)

Rakentamiselle tyypillinen hidas muuttuminen, perinteen yhdistäminen uusiin piirteisiin, katkesi varsinaisesti vasta 1960-luvulla, jolloin myös hävitettiin paljon vanhaa ja uusi muoti tuli tilalle. 1960-luvun rakennuksia kutsuttiin lättähatuiksi. Ne olivat matalia, suuri-ikkunaisia ja tasakattoisia. Tasakattoja on myöhemmin muutettu harjakatoiksi, sillä tasakatot kestivät huonosti Suomelle tyypillisten säiden rajua vaihtelua. Jopa vanhojen rakennusten kylkiin rakennettiin matalia lättähattuja, nk. elintasosiipiä. Kun yhteys vanhaan perinteeseen ja uuden liittämisen vanhaan katkesi, tulos saattoi olla niin surkea, että moni omistaja on rakennuksensa pian korjannut. (Asunmaa.)

1970-luvun tyyliä olivat harjakattotalot, joiden päädyssä oli paljon ikkunoita, veranta ja parveke. Tässäkin tyyliässä on menty mauttomuuksiin. On kuitenkin sanottava, että 1960- ja 1970-luvuilta on tyylikkäätkin rakennuksia, joita tulevaisuudessa vaaditaan ehkä suojeltaviksi. 1980-luvulla alkoi ns. uusvanha rakentaminen, joka merkitsi paluuta perinteiseen sopusuhtaiseen rakentamiseen. (Asunmaa.)

3.2 Tekniikka ja rakenteet

Hirsirakennus koostuu yksittäisistä hirsiseinistä. Yhdistelemällä näitä yksiköitä salvosliitosten avulla toisiinsa syntyy hirsirunko (Jokelainen 2005, 132). Hirsiä varten valitaan suoria ja muutoinkin hyvälaatuisia tukkirunkoja. Hirrestä tehty rakennus on rakenteiltaan yksinkertainen ja kosteusteknisesti hengittävä. Hirsityyppejä on monenlaisia, mutta kaikkia niitä koskevat samanlaiset veistoperiaatteet. Hirteen tehdään varaussalvos ja nurkkasalvos, jotta hirsikertoja voidaan pinota päällekkäin seinäksi. Pyöröhirsiin tehdään koirankaulasalvos, höylä- ja saharirsiin käytetään erilaisia lohenpyrstö- ja hammasnurkkia. Hirsirungon painuman vuoksi siihen on vaikea liittää muilla runkoratkaisuilla toteutettuja

tiloja tai rakennusosia (Jokelainen 2005, 147).

Sahahirsi

Sahahirsi on tukkipölkky, josta on sahaamalla poistettu kaksi sivua ja saatu näin aikaiseksi aihio jota nimitetään pelkaksi. Pelkkahirteen työstetään varaukset ja salvokset käsityönä.

Pyöröhirsi

Pyöröhirsi valmistetaan kokonaisesta tukkipölkystä, joko kuorimalla tai sorvaamalla pölkky haluttuun mittaan. Kuorittu pyöröhirsi työstetään käsin, kun taas sorvattuun aihioon voidaan varaukset ja salvokset työstää koneellisesti.

Kelo

Kelo on pystyyn kuivunut kuorensa pudottanut vanha puu, yleisimmin mänty. Pohjoisen vyöhykkeen kelomännyt ovat pinnaltaan harmaantuneita ja sisältä punavärisiä honkia. Sydänpuun punaruskea väri on pohjoisen männyssä selvästi voimakkaampi kuin etelän puissa. Kelon työstäminen tehdään käsin.

Höylähirsi

Höylähirsi valmistetaan joka sivuilta kantatusta sahapölkystä höyläämällä. Yli 90 mm:n paksuista massiivipuuta voi kutsua hirreksi, tehdasvalmisteiset yksipuiset hirret taas ovat esimerkiksi 170 mm:n paksuisia, maksimissaan noin 200 mm. Tätä paksumpia rakenteita tehdään yleensä vaaka- tai pystysuuntaisilla liimasaumoilla, jolloin kyseessä on lamellihirsi. Paras höylähirren aihio on sydänhalkaistu puu, joka ei juuri halkeile pinnastaan. Paras hirsi syntyy tiukkasyisestä hitaasti kasvaneesta puusta, jonka sydänpuuosuus on suuri.

Lamellihirsi

Lamellihirsi on liimattu kahdesta tai useammasta puisesta lamellista siten, että kova sydänpuu asettuu hirren pinnalle. Lamellihirsi on lähes vääntymätön ja halkeilematon. Lamelleina käytetään höylättyjä lankkuja, jotka liitetään yhteen liimaamalla. Aiemmin lamellihirsiä tehtiin puristamismenetelmällä. Tässä menetelmässä höylättyjen lankkujen väliin levitetään liima, jonka jälkeen aihiot asetellaan suurikokoisiin puristimiin ja aloitetaan puristaminen. Prosessi kestää useita tunteja ja sitä voidaan nopeuttaa nostamalla puristustilan lämpöä. Nykyisin käytössä on kuumaliimausmenetelmä. Tässäkin menetelmässä höylättyjen lankkujen väliin levitetään liima, mutta aihiot ajetaan suurtaajuusliimaimeen, joka johtaa aihioden läpi sähkövirran ja liimauksesta muodostuu pitävä jo muutamassa minuutissa.

Lämpöhirsi

Lämpöhirsi on kahdesta 45 mm:n paksuisesta ulko- ja sisälammellista valmistettu hirsielementti. Lamellit liitetään toisiinsa välikalikoiden avulla 585 mm:n välein pyrstöuraliitoksin. Lämpöhirren paksuus määräytyy lamellien väliin tulevan lämpöeristeen paksuuden mukaan. Kyseistä lämpöhirttä valmistaa Keron Hirsirakennus Oy. Lämpöhirsi valmistetaan koneellisesti.

3.3 Kehitys ja normisto

Talvisodan aikana (1939) esiintyi ensi kertaa laaja hirsirakennusten esivalmistus, kun rintamamiehet valmistivat vapaa-ajalla asevelitaloja tehdasmaisissa olosuhteissa. Näissä tehtaissa valmistui vuoden aikana yli tuhat hirsikehää. Suurimmilla tehtailla oli yhtä aikaa työn alla jopa 50 kehikkoa. (Jokelainen 2005, 31.)

Ensimmäiset esiteolliset hirsituotantoyritykset syntyivät Pohjamaalle 1950-luvun aikana. Vapaa-ajan asuntoja valmistaneiden yritysten teknisenä uudistuksena oli höylättyjen hirsiaihioden käyttö. Muut työvaiheet tehtiin aluksi perinteisin käsityömenetelmin. 1960-luvun aikana sekä hirsiprofiilit että salvosmuodot saivat nykyisen muotonsa ja kaikki

työvaiheet kehittyivät koneelliseksi. Tämän jälkeen muutokset itse hirressä olivat vähäisiä aina 1990-luvun alkuun saakka. (Jokelainen 2005, 32.)

Teollisen hirsirakentamisen alkuvaiheessa kehitystyö keskittyi pelkästään tuotantoprosessin tehostamiseen, ja tämä onkin kehittynyt lähes täysin automaattiseksi. 1980-luvulla tuli kehitystyön kohteeksi myös tuotteen tekniset ominaisuudet, sillä ne eivät täyttäneet kaikkia rakentamismääräysten ehtoja. Teollinen hirsituotanto onkin kehittynyt merkittävästi 1960-luvun lähtötilasta. 2000-luvun hirsituotteet ovat mittatarkkoja, hirsien muoto on täsmällisen geometrinen ja hirret ovat tasalaatuisia ja halkeilemattomia. Kehitystyön tuloksena hirsistä on tullut jopa liian laadukkaita. (Jokelainen 2005, 32.)

Normistot ja säädökset on samanlaiset hirsirakentamisessa kuin muussakin rakentamisessa. Rakentamisessa noudatetaan puurakentamisesta koskevia ohjeistuksia, jotka on esitetty Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa B10 Puurakenteet. Ohjeet 2010. Pyöröhirret kuuluvat lujuusluokkaan T30. Höylähirret kuuluvat lujuusluokkaan T24, ellei lajittelulla nosteta lujuusluokkaa. Kantaviin rakenteisiin käytettävän sormijatketun ja liimatun puutavaran valmistus tapahtuu ympäristöministeriön hyväksymän laadunvalvonnan alaisena. (RT 82-10415, 6.) Lämmöneristävyydelle on annettu vaatimuksia Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa C3, lämmöneristys.

3.4 Lämpöhirren eriste

Puukuitueriste on turvallinen vaihtoehto nykyaikaiseen rakentamiseen ja asumiseen. Se on puhdas, ympäristöystävällinen tuote, joka sopii myös allergisille, sillä tuote on valmistettu puhtaista luonnon raaka-aineista eli puusta. Luonnollisia eristevaihtoehtoja on muitakin, kuten pellavaeriste, sellueriste paperista ja tietenkin ihan perinteinen sahanpuru. Keronhirsirakennus Oy:n lämpöhirsissä käytetään aitoa puukuitueristettä.

Oikein tehty talo on tiivis ja samalla hengittävä, eikä epämiellyttävää vetoa tunnu. Hengittävät rakenteet läpäisevät hiilidioksidia, hapetta ja kosteutta, rakenteilla on merkittävä vaikutus sisäilman laatuun. Puukuitueriste toimii ilman höyrynsulkumuovia ja mahdollistaa näin luonnonmukaisesti hengittävät rakenteet. Rakenteen tiiviys varmistetaan

ilmansulkupaperilla ja ilmansulkuteipillä. Puukuitueristeellä ei synny rakennukseen pulloilmiötä, vaan rakenteet ovat hengittäviä, mutta tiiviitä. (Tuotteet-Vital Finland Oy.)

Puukuitueriste:

- sitoo ja luovuttaa kosteutta säilyttäen hyvät lämmöneristysominaisuudet
- mahdollistaa höyrynsuluttomat rakenteet
- läpäisee hiilidioksidia, happea ja kosteutta
- tasapainottaa huoneilman kosteusvaihteluita. (Tuotteet-Vital Finland Oy.)

Puukuitueristeet valmistetaan puupohjaisista happivalkaistuista ja bakteerivapaista sellukuidusta, lämpökuiduista, selluloosapohjaisesta liimasta sekä palonkestävyyden ja biologisen suojaominaisuuden tuottavasta pH-neutraalista suoja-aineesta. Suoja-aine on boorimineraalia, joka lisätään tuotteeseen nestemäisenä, neutraalina liuoksena, jolloin se imeytyy tasaisesti koko eristemassaan. (Tuotteet-Vital Finland Oy.)

Puukuitueristeissä käytettävät raaka-aineet ovat useimmille tuttuja ja ekologisia jo markkinoilla olevista tuotteista. Esimerkiksi sellua käytetään mm. vauvanvaipoissa ja suoja-aine sisältää samoja ainesosia, joita käytetään mm. hivenaine- ja lääkevalmisteissa. Suoja-aineen ansiosta puukuitueristeillä on erinomaiset homeen- ja palonsuojaominaisuudet. (Tuotteet-Vital Finland Oy.)

3.5 Lämpöhirren ekologisuus

Nyky aikaisten hirsitalojen teollinen valmistusprosessi tuottaa energiaksi soveltuvaa puujaetta enemmän kuin valmistuksessa käytetään energiaa. Hirsitaloilla on lisäksi pitkä elinkaari. Oikein rakennettuina ne kestävät hyväkuntoisina jopa satoja vuosia. Hirsitalot sitovat massiiviseen puurakenteeseen paljon hiilidioksidia, mikä vähentää ilmakehän kasvihuonekaasuja. Keskikokoisen hirsitalon nettonielu on noin 40 tonnia hiilidioksidia, joka vastaa keskivertoperheen 20 vuoden autoilun aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä. (Alasaarela 2011.)

Puun ekologisuus on maailmanlaajuisesti tunnettu ja tunnustettu tosiasia. Puun pitkäaikaiskäyttö vaikuttaa suoraan ilman hiilidioksidin määrään silloin kun puu on hankittu kestävän periaatteen mukaisesti hoidetusta metsästä. (Alasaarela 2011.)

Puu on luonnon materiaali, joka on uusiutuva luonnonvara. Hirsi on kestävä ja hengittävä rakennusmateriaali, hirrestä ei vapaudu mitään haitta-aineita. Hirren valmistusprosessi kuluttaa vähemmän energiaa ja tämä merkitsee pienempiä päästöjä ja jätekuormia ympäristölle. Hirsiseinään sitoutuu kymmenkertaisesti se hiilimäärä, joka valmistuksen yhteydessä vapautuu. Hirsiseinän valmistaminen vähentää kasvihuonepäästöjä. (Hirsi-ekologinen vaihtoehto.)

Hirsirakennuksessa on hyvät puitteet elää mukavasti ja ekologisesti. Hyvin valmistettu hirsirakennus on tiivis ja energiatehokas. Hirsiseinässä on hyvä lämmönvarauskyky ja sen pinta henkii aina sopivaa lämpöä. Seinä kykenee keväällä ja syksyllä varaamaan itseensä lämpöä suoraan auringon säteilystä ja kesäisin siihen varastoituu yöviileyttä. Näin hirsiseinä tasaa lämpötilaeroja ja vähentää lämmitys- ja viilennystarvetta ja samalla säästyy energiaa. (Hirsi-ekologinen vaihtoehto.)

Keronhirsirakennuksen valmistamasta lämpöhirrestä on antanut lausunnon Oulun Yliopiston rakennusopin professori Jouni Koiso-Kanttila ja puurakentamisen dosentti Jari Heikkilä 1.8.2011.

Kero-lämpöhirsiseinä muodostaa puukuitueristettä käytettäessä täysin ekologisen rakenteen, jossa kaikki osat ovat luonnonmateriaalia. Tuote ei sisällä tiiviitä pintoja eikä edellytä normaaleissa kuivissa sisätiloissa käytettäväksi tiiviitä kalvoja. Kun seinä pinnoitetaan luonnonmukaisilla pintakäsittelyillä, ei rakenteesta voi vapautua haitallisia emissioita sisäilmaan. (Koiso-Kanttila - Heikkilä 2011.)

Rakennusfysikaalisesti tuotteesta koottu seinä toimii normaaleissa kuivissa tiloissa luotettavasti. Höyrynsuluton rakenne toimii luotettavasti myös osa-aikaisesti käytettävissä rakennuksissa, joissa vesihöyryn osapaine-erot vaihtelevat vuodenaikojen ja käytön mukaan ja kosteus pyrkii tasaantumaan paitsi sisältä ulospäin myös ulkoa sisäänpäin. Myös

tapauksissa, joissa rakennuksessa käytetään jäähdytystä, rakenne sallii kosteuden siirtymisen molempiin suuntiin ja mahdollistaa rakenteen kuivumisen. Rakenteen kosteusteknistä toimintaa varmistaa osaltaan se, että orgaaninen eriste kykenee tasaamaan kosteutta. (Koiso-Kanttila - Heikkilä 2011.)

Hirsirakennukset ovat perinteinen ja myös ekologinen tapa rakentaa, koska puu on ainoa uusiutuva rakennusmateriaali ja puumassa toimii rakennuksissa ilmastonmuutosta hillitsevä hiilivarastona. Kero-lämpöhirsiseinä tarjoaa luotettavan ja toimivan ratkaisun, jossa hirsirakenteeseen on yhdistetty hyvä lämmöneristävyys. (Koiso-Kanttila - Heikkilä 2011.)

4 LÄMPÖHIRSI

4.1 Lämpöhirren U-arvo

Lämmönläpäisykertoimella U kuvataan lämpövirran tiheyttä, joka jatkuvuustilassa läpäisee rakennusosan, kun lämpötilaero rakennusosan eri puolilla olevien ilmatilojen välillä on yksikön suuruinen. Yksikkönä käytetään $W/(m^2K)$. (RakMK C3, 3.) Mitä pienempi U -arvon lukema on, sitä parempi on rakenteen lämmönläpäisykyky eli rakenne pitää paremmin lämmön sisällä.

Suomen rakentamismääräyskokoelmassa rakennusten lämmöneristysohjeessa annetaan seinän U -arvoksi $0,17 W/(m^2K)$ (RakMK C3, 7). Keron Hirsirakennus Oy:n tekemällä 290 mm:n lämpöhirrellä saavutetaan $0,16 W/(m^2K)$ U -arvo. Vuoden 2012 heinäkuussa tulevat uudet lämmönläpäisykertoimet kiristyvät, jotka vaikuttaa hyvin paljon hirsirakentamiseen. Keron lämpöhirrellä voidaan kuitenkin saavuttaa U -arvo alle muuttuvien vaatimuksien.

Suomen energiatehokkuusmääräyksissä 2012 hirsirakennukset on jaoteltu käyttötarkoituksen mukaan: asuinpientaloihin ja majoituselinkeinon käyttöön tarkoitettuihin loma-asuntoihin, yksityisiin loma-asuntoihin, joissa on kokovuotiseen käyttöön suunniteltu lämmitysjärjestelmä, sekä kesäisin käytettäviin perinteisiin loma-asuntoihin (RakMK D3, 3).

Hirsirunkoisissa omakotitaloissa ulkoseinän hirsirakenteen keskimääräisen paksuuden on jatkossakin oltava vähintään 180 mm, jolloin lämpöhäviöiden tasauslaskelmissa käytetään vertailu U -arvoa $0,40 W/(m^2K)$. Muilla materiaaleilla vastaava U -arvovaatimus on $0,17 W/(m^2K)$. Yksityiseen vapaa-ajan käyttöön rakennettavissa kakkoskodeissa on hirsirakenteen keskimääräisen paksuuden oltava jatkossa vähintään 130 mm ja U -arvon vertailuarvo $0,80 W/(m^2K)$ (RakMK D3, 13).

4.2 Lämpöhirren tiiviys

Uudisrakennuksia koskevien uusien määräysten isoin muutos koskee siirtymistä kokonaisenergiatarkasteluun, jossa otetaan huomioon mm. rakennuksen käyttämän energian muoto. Määräykset ohjaavat energian säästöön ja kannustavat siirtymistä uusiutuvan energian, kaukolämmön ja mm. varaavan takan käyttöön. Lämmitysmuodon valinnalla voidaan vaikuttaa energiatehokkuuden laskennassa vertailuarvona käytettävään E-lukuun (RakMK D3).

Nykytekniikalla toteutetun hirsirakennuksen ilmatiiviys on yhtä hyvä kuin höyrynsulkumuovilla varustetun runkorakenteisen talon. Huolellisesti rakennetuissa hirsitaloissa päästään ilmatiiveydessä arvoihin 0,5–1,5, joita voidaan pitää kiitettävinä. Parhaimmillaan hirsitaloista mitatut n50 luvut ovat olleet jopa alle passiivirakentamisen vaatimustason. (Alasaarela 2011.)

4.3 Lämpöhirren valmistus

Lämpöhirren ulko- ja sisälamellit tilataan kuivattuina suorakaiteen mallisina aihioina, jotka toimitetaan suoraan höyläämölle. Aihiot höylätään hirsilamelliksi, joissa on uros- ja naarasponnit näitä hirsilamelleja käytetään lämpöhirren ulko- ja sisäpinnoissa.

Hirret tulevat tehtaalle kuivattuna ja höylättynä. Hirsilamellit siirretään katkaisupaikalle, jossa lamellit katkaistaan ja merkitään seinätunnukset hirsikaavioissa olevien merkintöjen mukaisesti samalla tehdään vielä silmämääräinen lajittelu. Katkaisun jälkeen lamellit siirtyvät pyrstöurakoneelle, jolla niihin ajetaan pyrstöurat 585 mm:n välein välikalikkaa varten, joilla hirsilamellit sidotaan toisiinsa.

Pyrstöurakoneelta lamellit siirtyvät salvoskoneelle. Salvoskoneella ajetaan nurkkasalvokset eli lohenpyrstösalkokset. Hirsikaavioihin on merkitty salvoksen kätisyys, oikea- tai vasenkätinen salvos. Salvoksen kätisyys vaikuttaa hirsien nurkan kasaamiseen. Salvoskoneelta lamellit menevät lämpöhirren kasaamiseen, jossa hirsilamellit liitetään välikalikoilla yhteen. Välikalikat valitaan lämpöhirren kokonaispaksuuden mukaan eli sen

paksuuden mukaisesti, mikä on lämpöhirren eristevahvuus. Lämpöhirsiä on 190, 240, 290 ja 310 mm:n vahvuisia, joiden eristevahvuudet ovat 100, 150, 200 ja 220 mm. Välikalikat puristetaan puristimella paikoilleen 585 mm:n välein välikalikat pitävät lämpöhirren ulko- ja sisälamellit vakaasti yhdessä.

Lämpöhirren kasaamisen jälkeen hirsiiin asennetaan lämpöeristeet paikoilleen ja hirret käsitellään homesuoja-aineella. Lämpöhirret lajitellaan seinäkohtaisiin paketteihin ja pakataan suojamuoveihin. Paketteja varastoidaan ulkovaraston katoksen suojassa ennen toimitusta.

4.4 Kierrätys ja hukka tehtaalla

Tehtaalle tilattavien materiaalien tilaukset suunnitellaan tarkkaan jo etukäteen. Talojen ja loma-asuntojen suunnittelussa otetaan huomioon seinien liitoskohdat, jotka suunnitellaan puutavaran maksimipituuksien mukaan, joita on mahdollisuus työstää työstökoneissa. Suunnittelun jälkeen tilataan kohteisiin tarvittavat materiaalit, esimerkiksi eristeet ja puutavarat, joita tullaan kohteissa käyttämään. Tällä menettelyllä saadaan tehtaalla materiaalien hukkaprosentti pidettyä alhaalla.

Silmämääräinen puutavaran tarkastus jättää tehtaalle hieman ylimääräistä puutavaraa, joka käytetään myöhemmin tehtäviin varasto- ja muihin toissijaisiin kohteisiin. Puutavaran katkominen määrämittoihin jättää pientä ja lyhyttä pätkää, jotka kierrätetään polttopuuksi omaan ja naapurien käyttöön.

5 RAKENTEET JA DETALJIT

Tässä luvussa on kerrottu yleisesti rakenteista ja opinnäytetyössä tehtyjen lämpöhirsirakennuksen leikkauskuvista (liite 1). Vaativimpiin rakennuskohteisiin toimitetaan kattavampi valikoima leikkauskuvia. Rakennusleikkauskuvat ovat avuksi rakentamisen eri työvaiheissa erityisesti yksityisrakentajille.

5.1 Perustus

Perustus on rakennusten maata vasten tuleva rakennusosa, joka muodostaa rakennelmalle pohjan, jolle rakennelman paino kohdistuu. Perustuksen tulee kestää rakennelman aiheuttama rasitus. Perustuksen tulee olla riittävän laaja maata vasten kohdistuvalta osaltaan, jottei maa perustuksen alla petä. Koska perusta on rakennelman alla ja rakennelmaa ei yleensä pystytä poistamaan perustuksen päältä korjauksen ajaksi, sen korjaaminen on yleensä mahdotonta tai erittäin vaikeaa. Tämän vuoksi rakennelman perustus määrittää usein rakennelmalle maksimaalisen keston. Alueilla, joilla on pakkasia, routa aiheuttaa erityisiä vaatimuksia perustukselle.

5.1.1 Yleistä

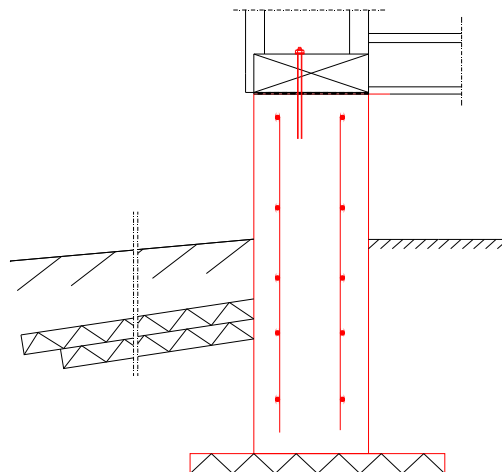
Ilmastolliset olosuhteet ja maaperä ovat erilaisia eri rakennuspaikoilla. Tämän vuoksi on selvitettävä perustamistapa ja perustuksen rakenteet huolellisesti, jotta välttyttäisiin vaikeilta ja kalliiksi tulevilta vahingoilta. Varminta on käyttää rakentamisen asiantuntijaa rakennuspaikalla ja suorittaa tarvittaessa maanperäntutkimus. Yrityksen toimittamat perustuspiirustukset ovat ohjeelliset ja ne on suunniteltava sekä tarkistettava perustamisolosuhteiden mukaan. Neuvontaa perustamistavasta antavat myös paikkakunnan rakennusvalvontaviranomaiset. Vastaava työnjohtaja tarkistaa perustustyöt.

5.1.2 Pilariperustus

Pilariperustus on suosituin ja useimmiten edullisin ratkaisu. Pilariperustuksen voi tehdä

paikalla valuna, valmiilla pilarielementeillä tai harkkopilareista betonianturalla. Jos paikalla on routiva maalaji, tulee perustamissyvyyden ulottua routarajan alapuolelle noin 1,6–2,5 m maanpinnan alapuolelle. Yleensä on kuitenkin edullisinta asentaa riittävä routaeristys, jolloin perustamissyvyys on pienempi. Routaeristystä kuitenkin suositellaan käytettäväksi aina. Routimattomalla rakennuspaikalla on riittävä perustamissyvyys 0,6 m maanpinnasta. Paikalla valettavat pilarit voi tehdä käyttämällä muottina valmista betoniputkea tai muoviputkea tai tekemällä laudasta tai muottilevystä valumuotit. Valmiit teräsbetonielementit voi ostaa lähimmältä betonitehtaalta. Kun pilarit tehdään harkoista, valetaan betoniantura ja sen kuivuttua muurataan harkot oikeaan korkeuteen.

Yhden harkon nousukorkeus on 200 mm muurattaessa 10 mm:n saumalla. Harkkojen keskustassa oleva reikä valetaan umpeen ja samassa yhteydessä asennetaan kierretangot $L = 500$ mm, joiden avulla hirsikehikon alaohjauspuu ankkuroidaan perustukseen. Tartuntakierretangot laitetaan myös paikalla valettaviin pilareihin. Tarvittava anturoiden ja pilareiden raudoitus tehdään vastaavan työnjohtajan tai perustussuunnitelmien ja ohjeiden mukaan. (Liite 1, 4.) (Kuva 1.)



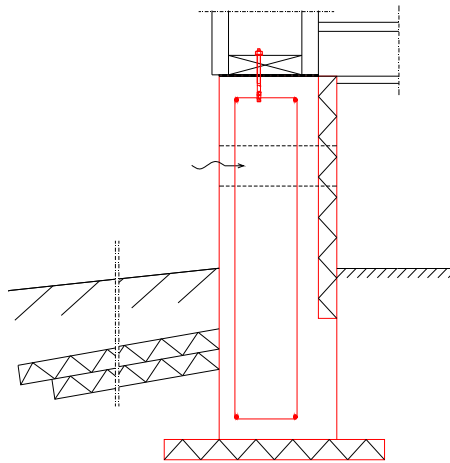
KUVA 1. Ohjeellinen pilariperustus

5.1.3 Tuulettuva alapohja ja perustus

Tuulettuva perustus voidaan tehdä joko paikalla valamalla tai valamalla antura ja muuraamalla perustus harkoista. Mikäli perustus valetaan paikalla, tehdään muotit joko muottilevystä tai laudoittamalla. Muottilevystä tehtäessä käytetään 12 mm:n muottivaneria sekä vaakajuoksuna ja tukilankkuina 50 x 100 mm:n puutavaraa. Puutavarasta tehdyssä valumuotissa käytetään yleensä 19 x 100 mm:n raakalautaa ja vaakajuoksuna 50 x 100 mm:n lankkua. Muottien asennuksen yhteydessä asennetaan perustussuunnitelman ohjeiden mukaisesti betonirauditus. Ennen valamista tarkistetaan muottien tukevuus, ristimita ja korkeus.

Vastaava työnjohtaja tarkistaa raudituksen ennen valua. Valun yhteydessä asennetaan kierretankotartunnat hirsikehikon alaohjauspuulle 2 metrin välein, kuitenkin niin, että jokaisen nurkan molemmin puolin on tartunnat mutta ei kuitenkaan seinäliitoksen keskelle. Harkkoperustuksessa valetaan ensin laudoitettuihin muotteihin anturat perustussuunnitelmien mukaisesti. Betonin kovettua muurataan harkot. Kierretankotartunnat asennetaan harkon pystysaumaan ja taivutetaan harkkojen viimeiseen vaakasaumaan. Harkkojen muurauksen aikana sekä muurauksen valmistuttua on tarkistettava korkoasema sekä muurauksen pysyminen ristimitassa. Harkkojen muurauksen yhteydessä asennetaan tarvittaessa saumateräksiset perustussuunnitelman ohjeiden mukaisesti.

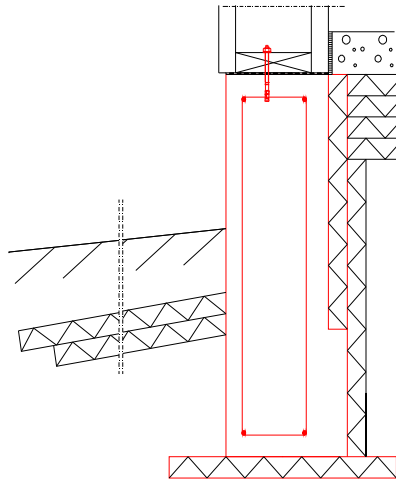
Tuulettuvaa perustusta tehtäessä tulee jättää riittävästi tuuletusaukkoja, jotta alapohja pääsee tuulettumaan riittävästi. Kuistin osalle tehdään yleensä aina pilariperustus, jotta välttyttäisiin sadeveden, lumen, lehtien, yms. aiheuttamilta vahingoilta. Ennen perustuksien tekoa on huolehdittava, että perustuksen alta asennetaan suojaputket sähkökaapeille, vesijohdoille, viemäreille ja muille tarvittaville sisääntuloille. Perustuksen muotitukseen käytettävät puutavarat on poistettava betonista sekä perustuksen sisäpuolelta, ettei puutavara jää maan alle lahoamaan. (Liite 1, 3.) (Kuva 2.)



KUVA 2. Ohjeellinen tuulettuva alapohja/perustus

5.1.4 Maanvarainen perustus

Maanvarainen perustus on yleisin käytetty perustus. Perustuksen teko tapahtuu kuten tuulettuva alapohja. Perustuksesta jätetään tuuletusaukot pois ja perustuksen sisäpuoli täytetään hiekalla, johon asennetaan viemärit. Tämän jälkeen asennetaan tiivistetyn hiekan päälle lattiaeristeet, vesijohdot ja sähköjohdot. Lattiaeristeiden päälle asennetaan lattiavalun tarvitsemat raudoitusverkot, joihin asennetaan lattialämmitysjärjestelmä. Lattia valetaan yleensä valmisbetonilla, joka pumpataan betoniautosta. Tasoituksen ja liippauksen yhteydessä tehdään kosteisiin tiloihin tarvittavat kaadot lattiakaivoihin. (Liite 1, 2.) (Kuva 3.)



KUVA 3. Ohjeellinen maanvarainen perustus

5.1.5 Betonointi

Betonitöiden ennakkosuunnittelu on sekä teknisesti että taloudellisesti perusteltua. Huolellisella työsuunnittelulla vältetään turha työ, joka käytännössä johtaa myös turhiin lisäkustannuksiin, varmistetaan työn sujuvuus, jolloin työn läpivienti onnistuu minimiajassa ja minimikustannuksin, sekä turvataan teknisesti onnistunut lopputulos, joka on korkealaatuinen ja samalla pitkäikäinen betonirakenne.

Kaikissa perustusmuodoissa on betonointi suoritettava huolellisesti, betonimassa hyvin tiivistäen, ettei valuun jää heikentäviä ja rumentavia jälkiä. Betonoinnin yhteydessä on huolehdittava, että teräkset jäävät ainakin 30 mm:n etäisyydelle betonipinnasta ja alateräkset 50 mm:n etäisyydelle maasta.

Valettu betoni on jälkihoidettava eli pidettävä kosteana ja suojattuna, koska betonin kovettuminen vaatii kosteutta ja liian nopea kuivuminen kasvattaa halkeiluriskiä. Muottia vasten olevissa pinnoissa kosteus säilyy itsestään, mutta avoimet yläpinnat on kasteltava

valua seuraavina päivinä. Suuret avoimet pinnat kuten lattiat peitetään tiiviisti muovilla heti, kun betoni kestää kävelemisen. Pinta kastellaan parina seuraavana päivänä ja pidetään muovilla peitettynä vähintään viikon ajan. Muovin paikallaan pysyminen on varmistettava, sillä varsinkin tuulinen sää haihduttaa nopeasti veden ja kosteuden betonin pinnasta.

5.2 Alapohja

Alapohja on rakennuksen alin vaakaosa ja se voidaan tehdä maanvaraisena tai tuulettuvana kantavana rakenteena. Maanvaraista alapohjaa käytetään matalaperustusten yhteydessä sekä kellarillisten talojen alapohjana. Kantavaan alapohjaan voidaan helposti järjestää tuuletus, jolla poistetaan maaperän radonista aiheutuvat haitat.

5.2.1 Tuulettuva alapohja

Alapohjan kantavan rakenteen tekeminen aloitetaan naulaamalla tukisoirot seinien ensimmäisen hirren kylkeen. Ennen lattianiskojen asentamista naulataan tuulensuojalevyn kannatinlauta niskan alareunaan. Lauta jätetään seinäsoirojen verran lyhemmäksi. Tämän jälkeen asennetaan lattianiskat 600 mm:n välein soirojen varaan. Lattianiskat naulataan tukevasti kiinni hirteen. Lattianiskojen päiden ja lapepintojen kohdissa, missä lattianiska tulee kiinni lämpöhirren pintaan, tulee näiden välissä käyttää puukuitueristenauhaa, jotta ei syntyisi kylmäsiltoja. Lattianiskojen alle tulee ristiin harvalaudoitus 400 mm:n välein tukemaan tuulensuojalevyä, joka asennetaan lattianiskojen väleihin tiiviisti. Lämmöneriste asennetaan tuulensuojalevyn päälle niskojen väliin tiiviisti ja erittäin huolellisesti. Eristettä ei saa sulloa liian tiukkaan ja saumat limitetään. Alapohjan eristevahvuus on vähintään 200 mm. Lämmöneristeen päälle asennetaan ilmansulkupaperi, kun käytetään puukuitueristeitä. Ilmansulkupaperi tulee asentaa mahdollisimman tiiviisti ja välttämättä reikien tekemistä. Ilmansulkupaperi limitetään vähintään 150 mm ja saumat teipataan hyvin. (Liite 1, 4)

5.2.2 Betonilaatta ja koolattu lattia

Betonilaatta valetaan sokkelin yläpinnan tasoon. Koolauslautojen ja laatan väliin asennetaan bitumikermikaistaleet. Koolauslaudat asennetaan kermien päälle 600 mm:n

välein ja kiinnitetään naulaustulpilla betoniin. Koolauslautojen päälle asennetaan lattianiskat 600 mm:n välein, kiinnitetään nauloilla tai ruuveilla molemmin puolin niskaa. Tarvittaessa käytetään kiiloja laudan ja lattianiskan välissä jolla oikaistaan niskat suoraan. Tämän jälkeen asennetaan lämmöneristeet. Eristeen paksuus valitaan lattianiskojen mukaan. Eristeiden asennuksen jälkeen voidaan aloittaa lattialautojen asentaminen (RT82-10415, 11).

5.2.3 Lattialaudan asennus

Lattialauta naulataan piilonaulauksella koiraspontista 75 mm:n nauloilla jokaiseen lattialankkuun. Eristeen ja lattialaudan välissä käytetään ilmansulkupaperia. Ensimmäinen lattialauta asennetaan 10 mm:ä irti ulko- ja väliseinistä, linjalankaa tai viivalaseria apuna käyttäen. Aukkojen kohdalla, joihin ei tule ovea, voidaan lattialauta viedä ehjänä huoneesta toiseen. Kuistin ja terassin lattialaudat ruuvataan päältä kiinni lattialankkuihin. Terassin tai kuistin lattiaan jätetään n. 10 mm:n raot lattialautojen väliin.

5.2.4 Märkätilojen lattiarakenne

Märkätilojen lattian kallistukset tehdään lattiavalun yhteydessä, kts maanvarainen laatta. Tuulettuvaan alapohjaan märkätilojen lattiat voidaan toteuttaa rakentamalla lattianiskojen päälle betonilaatta. Näin lattiaan voidaan asentaa lämmitysjärjestelmä (RT82-10415, 11).

5.3 Yläpohja

Yläpohja eli vesikatto on rakennuksen katon ylin kerros. Vesikaton on tarkoitus suojata rakennuksen sisäosia ulkoapäin tulevalta vesi- ja lumisateelta, sekä muilta sään vaihteluilta. Rakenteellisesti vesikatto jaetaan kuormitusta vastaanottavaan, lämpöä eristävään ja rakennusrunkoa jäykistävään yläpohjarakenteeseen, sekä sadevedeltä suojaavaan vesikatteeseen. Vesikaton muoto on keskeinen tekijä rakennuksen massoittelussa eli ulkomuodon kolmiulotteisessa sommittelussa. Muoto vaikuttaa suuresti myös sadeveden johtamiseen pois kattopinnalta.

5.3.1 NR-ristikoiden asennus

NR-ristikot ovat tehdasvalmisteisia naulalevyristikoita. NR-ristikot asennetaan 900 mm:n jaolla, keskeltä-keskelle mitoittettuna. Vesikattokuvaan on merkitty ristikoiden tunnuksat, mitoitus ja tuenta. Ristikot asennetaan yläohjauspuun päälle ja kiinnitetään vahvistetuilla kulmarautoilla ristikon molemmin puolin. Asennettaessa ristikoita on asennuksen yhteydessä tärkeää tukea ristikot hyvin. Asennustuet poistetaan kunnes ristikot on tuettu ristikko toimituksen ja rakennesuunnittelijan ohjeistuksen mukaisesti. (Liite 2.)

5.3.2 Kattokannakkeiden asentaminen

Kattokannakkeita käytetään loma-asunnoissa, joissa on kurkihirsi, vino sisäkatto tai rakennuksessa on parvi. Kattokannakkeiden materiaali voi olla kertopuuta, sahattua puutavaraa tai tehdastekoisia vaarnapalkkeja. Kattokannakkeet asennetaan 600 mm:n välein, keskeltä-keskelle mitoittettuna. Harjan kohdalta kannakkeet kiinnitetään toisiinsa reikälevyillä kattokannakkeiden kyljistä, molemmin puolin. Sekä vahvistetuilla kulmarautoilla harjapalkkiin, molemmin puolin kattokannaketta. Kattokannakkeen räystään reuna eli alapää kiinnitetään yläohjauspuuhun liukurautoilla vain yhdeltä puolen kannaketta.

5.3.3 Vesikatteen ja otsalautojen asentaminen

Vesikaton tekeminen aloitetaan päätypoikosten teolla, sekä päätylankkujen asentamisella. Sivuräystä oikaistaan tarvittaessa, jonka jälkeen asennetaan otsalaudat paikoilleen sivu- ja päätyräystäille. (Liite 1, 13.)

Huopakatteeseen alle asennetaan raakaponttilaudoitus, joka aloitetaan asentamaan sivuräystäältä, jossa ensimmäinen lauta ylittää otsalaudan vähintään 35 mm. Päätyräystäällä raakapontti on hyvä jättää yli noin 50 mm, eli villinä. Päätyräystäällä raakaponttilaudoitus oikaistaan, kunnes koko lape on laudoitettu 35 mm:n etäisyydeltä otsalaudoituksesta sirkkelillä. (Liite 1, 18.)

Asennettaessa peltikatetta, otsalaudat on asennettava ruoteiden yläpinnan kanssa samalle tasalle. Vesikaton asennus aloitetaan aluskatteen asentamisella, aluskatteen asentaminen aloitetaan räystäältä edeten harjaa kohti. Aluskate limitetään noin 200 mm, jonka jälkeen asennetaan tuuletusrimat ristikon yläpaarteeseen mukaisesti. Ruoteiden asennus aloitetaan sivuräystäältä, ruoteiden asennusväli tarkastetaan peltikaton toimittajan ohjeistuksista. (Liite 1, 15.)

5.3.4 Yläpohjan koolaus

Yläpohjan koolaus eli harvalaudoituksen tekeminen. Yläpohjan koolaus aloitetaan ilmansulkupaperin asentamisella, joka kiinnitetään ristikoiden alapaarteeseen nitojalla, kun ilmansulkupaperia on asennettu vähän matkaa, niin samalla aloitetaan ruoteiden asennus.

Ruoteet asennetaan poikittain ristikoiden alapaarteeseen suuntaan nähden. Ruoteet kiinnitetään jokaisen ristikon alapaarteeseen vähintään kahdella naulalla. Asennus aloitetaan ulkoseinän ja ristikon kulmasta, 300 mm:n tai 400 mm:n jaolla, riippuen asennettavasta sisäkaton pintamateriaalista. (Liite 1, 13.)

5.3.5 Yläpohjan eristäminen

Eristepakkaukset on suojattava sateelta, jos niitä säilytetään ulkona. Eristeitä on käsiteltävä varovasti. Eristeet on asennettava erittäin huolellisesti. Niitä ei saa sulloa liian tiukkaan. Eristeet leikataan 2–5 mm aukkoa leveämmäksi. Mikäli käytetään useampaa päällekkäistä eristettä, kuten vaikka 100 mm + 50 mm, on saumat limitettävä. Eristeenä yläpohjassa voidaan käyttää myös puhallettavia puukuitueristeitä, kuitenkin olisi hyvä ensimmäisenä eristekerroksena käyttää levymäisiä puukuitueristeitä.

5.4 Välipohja

Välipohja on 2- tai useampikerroksisissa taloissa. Välipohja toimii yläkerran kantavana lattiarakenteena, jonka tehtävänä on myös eristää yläkerran ja alakerran välisiä askelääniä. Välipohjissa voidaan kuljettaa tarvittavia putkistoja ja muita taloteknillisiä varusteita.

5.4.1 Kaksikerroksinen rakennus

Välipohja 2-kerroksisissa rakennuksissa tehdään rakennesuunnittelijan suunnitelmien mukaisesti. Yleensä välipohja rakennetaan välipohjakannattimilla 400–600 mm:n välein, joissa huomioidaan tarvittavat aukot. Eristeet asennetaan välipohjakannattimien väliin, eristettä ei laiteta välipohjapalkiston täydeltä, vaan eristeen ja lattian väliin on jätettävä vähintään 50 mm:n tyhjä väli. Tällä rakenteella saavutetaan parempi ääneneristävyys alakerran ja yläkerran väliin. Yläkerran lattia tehdään suoraan välipohjakannattamien päälle. Yläkerran lattiaan tuleva lattialämmitysjärjestelmä voidaan asentaa kolmen kipsilevyn väliin tai valetun lattian sisään.

5.4.2 1,5-kerroksinen rakennus

Välipohja 1,5-kerroksissa taloissa toteutetaan siten, että ristikkosuunnittelussa otetaan huomioon välipohja. Ristikot suunnitellaan kehäristikkoina, joissa välipohja on rakennettu yhtenäisesti ristikon kanssa. Ristikot asennetaan 900 mm:n välein, ristikoiden väleihin asennetaan lisäksi välipohjakannattimet. Eristeet asennetaan ristikoiden ja välipohjakannattamien väliin, eristettä ei laiteta välipohjapalkiston täydeltä, vaan eristeen ja lattian väliin on jätettävä vähintään 50 mm:n tyhjäväli. Tällä rakenteella saavutetaan parempi ääneneristävyys alakerran ja yläkerran väliin. Yläkerran lattia tehdään ristikoiden ja välipohjakannattimien päälle suoraan. Yläkerran lattiaan tuleva lattialämmitysjärjestelmä voidaan asentaa kolmen kipsilevyn väliin tai valetun lattian sisään.

5.5 Väliseinät

Väliseinien päätarkoituksena on erottaa huoneita toisistaan. Samalla rakennesuunnittelija voi kätkeä väliseinien sisälle myös kantavia pystyrakenteita. Väliseinien sisällä onkin usein seinätolppia ja pilareita sellaisissa rakennuksissa, joissa on huoneita myös yläkerroksissa. Rakennuksen koko pituudeltaan voi olla seinä, joka kannattaa ylhäältäpäin tulevia kuormia. Tällaisesta seinästä käytetään nimitystä kantava väliseinä.

5.5.1 Kevyet väliseinät

Kevyet väliseinärungot voidaan tehdä kertopuusta, peltirangasta tai muuraamalla. Väliseinien mitat löytyvät työpiirustuksesta. Puurakenteiset seinät voidaan tehdä elementteinä lattialla, jonka jälkeen seinä nostetaan paikoilleen. Väliseinien teko aloitetaan mittaamalla ja merkitsemällä seinien ja oviaukkojen paikat. Alaohjauspuu voi olla 32 mm:n paksua lautaa, kertopuuta tai peltirankakourua. Alaohjauspuu kiinnitetään betonilaattaan uretaanilla ja tarvittaessa tehdään lisäkiinnitys naulatulpilla. Naulatulpilla kiinnitettäessä on huomioitava lattialämmitysjärjestelmä, ettei kiinnityksillä vaurioiteta putkia. Alaohjauspuun kiinnittämisen jälkeen voidaan aloittaa rungon pystytys 600 mm:n jaolla. Seinärungot jätetään 15 mm irti yläpohjan ruoteista, että ristikko pääse hieman laskeutumaan.

Väliseinien levytys aloitetaan ulkoseinän puoleisesta nurkasta. Seinärungot levytetään ensin toiselta puolen. Seinälevyt asennetaan kokonaisina levyinä myös aukkojen kohdalta. Aukkojen kohdalta ylimääräinen levy leikataan pois. Levytyksien jälkeen seiiniin asennetaan tarvittavat sähkörsiat, johdot ja muut seinien sisään tarvittavat varusteet. Näiden asennuksien jälkeen pystytolppien väleihin voidaan asentaa eristeet, jotka vaimentavat äänen kulkua huoneesta toiseen. Kun eristeet on asennettu voidaan seinän toinen puoli levyttää. Levytys aloitetaan puolikkaalla levyllä ulkoseinän puoleisesta nurkasta. Levytyksessä on huomioitava toisen puolen levyjen saumakohta, ettei saumat ole samalla runkotolpalla molemmilla puolin seinää.

5.5.2 Kantavat ja jäykistävät väliseinät

Kantavat ja jäykistävät seinät tehdään kuten kevyet väliseinät. Seinien materiaali voi olla puu, tiili tai betoni. Puuta käytettäessä runkotolpan tulee olla vähintään 45 x 95 mm ja 600 mm:n tai 400 mm:n jaolla. Jäykistäviä seiiniä tehtäessä on välipohjan harvakoolausta tihennettävä tulevan väliseinän kohdalta.

5.6. Ikkunat ja ovet

Ikkunan ensisijainen tarkoitus on päästää valoa lävitseen. Toinen toiminnallinen merkitys ikkunalla on tuuletus eli sisäilman vaihto. Ikkunalla on myös merkitystä läpinäkyvyyden ansiosta ympäristön ja toimintojen seuraamisessa.

Ovi on levymäinen rakennusosa, jolla suljetaan seinässä tai rakenteessa oleva kulkuaukko. Kulkuaukolta vaaditaan tietty leveys kulkemiseen. (RakMK G1.)

5.6.1 Ikkunoiden ja ovien asennus

Ikkuna- ja oviaukkoihin on lämpöhirsiseinien asennuksen yhteydessä asennettu karapuut, joihin ikkuna ja ovikarmit kiinnitetään ruuveilla. Ikkunat ja ovet voidaan asentaa sisäseinäpinnan kanssa tasalle tai 45 mm:n syvyyteen sisäseinäpinnasta. Ennen lopullista kiinnitystä on tarkistettava, että ikkunat ja ovet ovat varmasti suorassa sekä ristimitassa. Tilkitseminen tehdään sivuilta ja alapuolelta puukuitueristeellä tai uretaanivaahdolla. Ikkunoiden ja ovien yläpuolelle on jätettävä vähintään 50 mm:n painumavara, joka tilkitään puukuitueristeellä. Yläosaa ei saa tilkitä uretaanivaahdolla, koska se estää lämpöhirsien painumisen. Eristyksen päälle sisäpuolelle levitetään joustavaa tiivistysmassaa, yläosaan asennetaan muovi tai alumiinipaperi suikale, joka teipataan hirteen sekä ikkuna-ovikarmiin alumiiniteipillä. Ulko-ovien tilkitsemiseen käytetään mielellään vain puukuitueristettä. Näin ovien säätö jälkeenpäin on helpompi suorittaa. (Liite 1, 10.)

5.6.2 Listoitus ja vuorilautojen asennus

Viimeistelytyöllä annetaan rakennukselle loppusilaus. Huonosti tehdyllä viimeistelytyöllä voidaan pilata hyväkin tavara. Jalkalistat ja kattolistat naulataan uppokantanauloilla. Listojen päiden on ehdottomasti oltava suoraan sahatut. Ainoastaan listoja jatkettaessa käytetään vinoliitosta. Vuorilautoja naulattaessa on kiinnitettävä huomiota siihen, että kehikon on päästävä laskeutumaan. Vuorilautoja kiinnitettäessä lämpöhirsiin on kiinnityksessä huomioitava lämpöhirren laskeutuminen. (Liite 1, 10.)

6 HIRSIRAKENNUKSEN VARASTOINTI

Varastointi ohjeistukset on Keron hirsirakennus Oy:n antamat ohjeet lämpöhirsipakettien sekä muiden mukana tulleiden puutavaroiden varastointiin liittyvät ohjeistukset. NR-rakenteiden varastoinnista ja käsittelystä on erilliset ohjeet (Liite 2, 2–3).

6.1 Valmistelut toimitukseen

Asiakkaalle ilmoitetaan toimituksen saapumisesta rakennuspaikalle mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Tarkkaa saapumisaikaa ei kuitenkaan aina pystytä ilmoittamaan ennen toimituksen kuormaamista pitkien kuljetusmatkojen vuoksi, joten saapumisaika on tarkistettava tehtaalta lastauspäivänä. Asiakkaan vastuulla on ilmoittaa tehtaalle, että perävaunulliselle ajoneuvolle on ajokelpoinen tie. Myös varastointipaikat tulee valmistella jo etukäteen sopivalle etäisyydelle rakennuspaikasta. Varastointialusta tehdään suoraksi ja riittävän ylös maasta noin 20 cm:n korkeudelle tuuletuksen varmistamiseksi. Jos varastoidaan pidemmäksi aikaa, varastointialusta on tehtävä maasta noin 40 cm:n korkeudelle tuuletuksen varmistamiseksi.

Purkaminen tapahtuu auton omalla nosturilla. Asiakkaan olisi hyvä olla itse paikalla vastaanottamassa toimitusta. Näin tavarat sijoitetaan vaivattomasti ja nopeasti niille varatuille paikoille. Tavarapakettien suojaamiseen on asiakkaalla varattava riittävä määrä peitteitä.

6.2 Toimituksen tarkastaminen ja varastointi

Kuorman purkuvaiheessa on tarkistettava, että toimitus on lähetysluettelon mukainen, ja ettei ole tapahtunut kuljetusvaurioita. Puutavara lajitellaan purkamisvaiheessa omiin nippuihinsa suoralle alustalle aluspuiden päälle. Jos asennustyö aloitetaan heti, hirret on suositeltavaa lajitella metrin etäisyydelle perustuksesta siten, että jokainen seinälinja on hirsikaaviopiirustuksessa merkityllä paikalla. Hirret ovat seinäkohtaisissa nipuissa ja numerojärjestyksessä, tällöin kaikkia paketteja ei tarvitse avata ja lajitella ennen

pystyttämisen aloittamista.

Jos varastointiaika on jostain syystä pitkä, yli kaksi viikkoa tai varastointiolosuhteet ovat kosteat, on niput ehdottomasti nostettava maasta noin 40 cm:n korkeudelle tuuletuksen varmistamiseksi. Lisäksi niput on suojattava sateelta ettei suojapeite kosketa puutavaraniippuja ja ilma pääsee vaihtumaan peitteen alla.

Varovasti ja huolellisesti käsiteltäviä tuotteita hirsielementtien lisäksi ovat ikkunat, ovet, sisäkattopaneelit ja lattialaudat. Purkamisen ja asennustyön aikana on kiinnitettävä erityistä huomiota tarvikkeiden säilymiseen puhtaina. Asennustyössä tulee käyttää asennustelineitä työturvallisuuden sekä hirsien ja puuosien puhtaana pysymisen takaamiseksi. Toimittaja ei vastaa rakennuspaikalla väärästä varastoinnista johtuvista tarvikkeisiin tulleista vaurioista tai sinistymisestä.

7 LÄMPÖHIRSIKEHIKON PYSTYTYS

Opinnäytetyössä tehtiin asennus- ja huolto-ohjeiden lisäksi Keron hirsirakennus Oy:n käyttöön rakenneleikkauskuvat, tehtaalla työstölinjalla tarvittavat hirsikaaviot ja sopimus- ja tilauslomakkeet.

Hirsikaaviot tehdään suunnitteluohjelmistolla. Suunnitteluohjelmistoon muokattiin oma hirsikaaviopohja, koska valmiita hirsikaavioita lämpöhirren työstölinjaan ei ollut saatavissa. Hirsikaavion avulla jokaisesta seinästä tehdään erilliset hirsikaaviot. Näitä hirsikaavioita käytetään tehtaalla työstöohjeina eri työvaiheissa. Jokaisesta rakennuskohteesta tehdään yksilöidyt työstöohjeet.

Rakenneleikkauskuvat on suunniteltu lämpöhirsirakennuksen asennusohjeen mukaan. Rakennusleikkauskuvat helpottavat rakennuksen pystytystä. Vaativimpiin rakennuskohteisiin leikkauskuvia tehdään lisää, jotka helpottavat suoritettua asennustyötä. (Liite 1.)

7.1 Johdanto

Seuraavassa annettavat asennusohjeet ovat ohjeellisia samoin kuin asennusjärjestys. Lämpöhirret on pakattu seinäkohtaisiin paketteihin, joihin on merkitty seinien tunnuksat. Näin ollen kaikkea paketteja ei tarvitse aukoa ennen kyseisen seinän asennusta, vaan avataan vain asennettava seinäpaketti. Materiaalimenekki on laskettu jokaisen toimituksen ja siihen liittyvien suunnitelmien mukaiselle rakennustavalle. Puutavarat on toimitettu 10 %:n hukkavaralla.

7.2 Perustuksen tarkistaminen

Tarkistetaan perustuksen tasaisuus ja korkosuhteet. Ristimitalla varmistetaan perustusnurkkien suorassakulmassa oleminen, mittatarkkuus +/- 5 mm. Vaaituskoneella tai laserilla tarkistetaan pilarien ja perustuksen yläreunan korkeus, mittatarkkuus +/- 3 mm.

Pienet epätasaisuudet voidaan kiilata ensimmäisen hirsikerran asennuksen yhteydessä.

7.3 Kehikon asennus

Ennen ensimmäisen lämpöhirsikerran asentamista eristetään betonipinnat solumuovikaistalla niiltä osin, jossa betoni muutoin joutuisi kosketuksiin puun kanssa. Solumuovin asennuksen jälkeen asennetaan alaohjauspuu, 26 mm perustuksen ulkopinnasta sisäänpäin kiila-ankkureilla tai perustukseen asennetuilla kierretangoilla noin 2000 mm:n välein. Alaohjauspuun ristimitta on tarkistettava asennuksen jälkeen. (Liite 1, 2.)

Toimituksen mukana tulevat hirsikaaviopiirustukset, joihin on merkitty eri seinät ja seinälinjat omalla numerolla ja kirjaimella alimmaisesta hirrestä lukien ylöspäin. Hirsikaaviokuvissa on merkitty myös jatkoskohdat. Jokaiseen jatkoskohtaan tulee yksi kiristyspuu. Piirustukseen on merkitty, miten päin hirsikaavioissa olevia tunnuksia on luettava, jotta hirsi tulee oikein päin. Hirsikaavioseiniä luetaan kuitenkin aina ulkoapäin.

Ennen asennuksen aloittamista hirret lajitellaan siten, että asennettavan seinän lämpöhirret ovat numerojärjestyksessä. Asennus aloitetaan nurkasta ja siltä seinältä, missä ensimmäinen lämpöhirsi on puolikas, seinän pystyliitoskohtaan saakka ja toinen seinä nurkasta päin alkaa kokonaisella lämpöhirrellä, seinän pystyliitoskohtaan saakka. Alle 6000 mm pitkät ulkoseinät tulevat täyspitkinä lämpöhirsinä. Puolikkaaseen lämpöhirteen sekä nurkkiin asennetaan eristeet tiiviisti sisään. Lämpöhirsien jokaiseen vaakaväliin asennetaan puukuitunauha nitojalla kiinni. Molemmille seinille nostetaan lämpöhirsi vuoronperään, kunnes saavutetaan tasakerta. Hirsiä on käsiteltävä varoen, jotta niihin ei jäisi rumia jälkiä. Lämpöhirsien asennuksessa on hyvä käyttää noin kolmen kilon lekaa, lyötäessä lekalla on suojana käytettävä lankun pätkää.

Seinien pystyliitoskohtiin asennetaan kiristyspuu, joka katkaistaan seinäkorkeuden mukaisesti huomioiden laskeutumisvara. Kiristyspuun yläpäähän asennetaan kiristyskenkä, jossa on kierretanko ja alapäähän kulmarauta. Kiristyspuun pituudessa otettava huomioon laskeutumisvara 60 mm. Molemmat kiinnitetään kiristyspuun lapepinnan keskelle ja

naulataan 4 x 40 mm:n kampanauloilla. Kiristyspuu asennetaan pystyliitoskohtaan pystyyn ja upotetaan noin 20 mm lämpöhirsien sisään. Kiristyspuu kiinnitetään alapäästään alaohjauspuuhun. (Liite 1, 9.)

Pystyliitoskohdista jatketaan lämpöhirsien asennusta eteenpäin. Seiniä tuetaan suoraan lankuilla tai kiristysliinoilla liitoskohdista tai oviaukoista. Kun lämpöhirsiseinät on asennettu tasakertaan, tarkastetaan seinien pystysuoruus ja alimmainen hirsikerta ruuvataan kiinni rakennuksen sisäpuolelta alaohjauspuuhun noin 1500 mm:n välein.

Yläohjauspuun asentaminen aloitetaan kantavilta ulkoseiniltä. Yläohjauspuu on kertopuuta jonka leveys on sama kuin lämpöhirsien urosponittien väli, johon yläohjauspuu asennetaan. Yläohjauspuuhun mitoitetaan kiristystankojen paikat, joihin porataan reiät tangoille. Yläohjauspuu nostetaan paikoilleen ja kiristetään muttereilla kiinni, lisäksi yläohjauspuu ruuvataan ylimmäiseen hirteen kiinni noin 1500 mm:n välein.

7.4 Ikkuna- ja oviaukot

Ikkuna- ja oviaukkoja suurennetaan ylä- tai alaosaan. Ikkunoiden ja ovien yläosaan on jättävä 50 mm:n laskeutumisvara. Aukkojen suurentamisen jälkeen aloitetaan karapuiden asentaminen. Karapuut ovat tehty 15 mm:n paksuisesta vanerilevystä ja ne on työstetty sekä kasattu tehtaalla valmiiksi. Karapuut nostetaan aukkojen reunoihin ja kiinnitetään hirsilamelleihin ruuveilla, urien yläreunasta. Karapuita asennettaessa tulee tarkastaa hirsilamellien välissä oleva eriste, että se tulee tiiviisti karapuuta vasten. (Liite 1, 10.)

7.5 Kierresäätöjalan käyttö

Kierresäätöjalkaa käytetään pystypilarin ylä- tai alapäässä sekä myös pystypilarin ja vesikaton kannatinpalkin välissä. Hirsikehikon laskeutuessa voidaan näin säädellä kierrejalassa olevalla mutterilla pilarin pituutta vaivattomasti. Kierrejalaa käytetään myös, kun otetaan tuki palomuurista tai tiiliväliseinän päältä yli meneville kannatinpalkeille. Säätomuttereita säädetään hirsikehikon laskeutumisen mukaan. (RT 82-10415, 4.)

8 HUOLTO-OHJEET

Huolto-ohje tehtiin helpottamaan lämpöhirsirakennuksen sekä muiden rakennusosien pintakäsittelyyn ja pinnoittamiseen. Huolto-ohje on myös ohjeistuksena rakennuksen säännölliseen huoltoon ja elinkaaren hallintaan. Sen avulla voidaan saavuttaa ylläpidon tavoitteet kiinteistön taloudellisen käyttöiän ajan.

Huolto-ohje on asukkaille ja käyttäjille annettavat ohjeet, jossa johdetaan rakennusosien käyttöikätaavoitteista ja niiden kunnossapitotaksot sekä edelleen tarkastusten ja huoltojen edellyttämiä hoito- ja huoltotehtäviä (RakMK A4, 2). Pientalosta huolehtiminen on eteentulevien tilanteiden ratkaisemista ja niihin reagoimista, myös ongelmien ennaltaehkäisyä. Ennakoivan ja suunnitelmallisen huollon ansiosta laitteiden ja rakennuksen käyttöikä pitenee ja yllättävät korjaustarpeet vähenevät.

Huolto-ohjeiden kerääminen alkaa jo rakentamisen alkuvaiheessa. Rakennuttaja kerää kaikki huolto- ja käyttöohjeet kansioon joita tulee esimerkiksi, käytettävistä sisustusmateriaaleista, maaleista ja kodinkoneista ym, rakennukseen asennettavista laitteista. Säännöllinen ylläpito ja huolto lisää talon arvoa.

8.1 Puuverhouk

Puuverhouksen kestoikään vaikutetaan rakenteellisella puunsuojauksella, oikein ajoitetuilla verhouksen korjaustoilla ja huoltomaalauksella. Mikäli julkisivu on vaurioitunut, on syytä selvittää vaurioiden syyt ja harkita korjaustoimenpiteiden laajuus. Mahdollisten vaurioiden syynä ovat tavallisesti jokin tai jotkin virheelliset tai puutteelliset rakenteelliset ratkaisut tai huolto- ja kunnossapitotoimenpiteiden laiminlyönti.

Tärkein keino säärasituksen vähentämiseksi ja biologisten vaurioiden ehkäisemiseksi on rakenteellinen puunsuojaus. Tämä tarkoittaa sitä, että rakenteellisin keinoin puun kosteuspiitoisuus pidetään niin alhaisena, että lahottajasienille ei synny otollisia elinolosuhteita. Samalla kosteus pysyy myös mahdollisimman tasaisena, ja puun kosteuselämisen aiheuttama halkeilu vähenee. Suojaamalla puu sadevedeltä ja

auringonvalolta vähennetään pinnan nukkaantumista, haurastumista ja kulumista. (RT 29-10572, 3.)

Tavoitteellinen käyttöikä

Puuverhouksen tavoitteellinen käyttöikä on noin 50 vuotta (RT 19-10922, 6). Puuverhous on maalattava tai suojakäsiteltävä yleensä noin 10–15 vuoden välein. Puuverhouksen silmämääräinen katselmus on hyvä suorittaa noin 2 vuoden välein.

Huomioi seuraavaa

- Puuverhouksen takana tulee olla noin 25 mm tuuletusrako, jotta puuhun mahdollisesti imeytyvä kosteus pääsee tuulettumaan pois. Tuuletusraon on oltava auki verhouksen alareunasta ylös saakka ja ilman täytyy voida virrata vapaasti verhouksen takana. (RT 29-10572, 3.)
- Vanhoissa rakennuksissa tuuletusrakoa ei välttämättä ole. Näiden ulkoseinärakenteiden toimintaedellytyksenä on, että käytetty maali on erittäin hyvin vesihöyryä läpäisevää lietemaalia kuten esim. punamulta ja rakenteellinen suojaus eli pitkät räystäät ja räystäskourut sekä riittävä sokkelikorkeus ovat kunnossa. (RT 29-10572, 3.)
- Puuverhouksen alaosa on viistettävä tippanokaksi (RT 29-10572, 3).
- Puu ei saa olla koskaan suorassa kosketuksessa maahan tai betoniin (RT 29-10572, 3).
- Riittävä sokkelikorkeus, vähintään 300 mm, edistää puuverhouksen kestävyyttä. (RT 29-10572, 3).

Tarkastusohje

- Puuverhouksen säännölliseen tarkkailuun kuuluu maalipintojen ja mahdollisten lahovaurioiden tarkistaminen esim. puupiikillä kokeilemalla. Yleisimmät vaurioalueet ovat verhouksen alaosat.
- Puuverhouksen maalipinnan kunnossa tapahtuvat muutokset on yleensä helppo

havaita. Jo vähäinenkin maalikalvon halkeilu aiheuttaa toiminnallisen vajavuuden. Maalipinnan tarkoituksena on suojella puuverhousta kosteuden vaikutukselta ja estää kosteuden tunkeutumisen puuhun.

- Julkisivun yksityiskohdat, pellitykset, räystäskourut, syöksytorvet, julkisivuun kiinnitetyt valaisimet jne. tulee tarkistaa vuosittain.

Huoltomaalaus

- Jos vanha maalipinta on ehjä, riittää tavallisesti pölyn ja lian poisto harjaamalla sekä pesu ja huuhtelu (RT 29-10572, 5).
- Kuluneesta tai vaurioituneesta maalipinnasta poistetaan kaikki hilseilevä tai lohkeileva maali mekaanisesti teräskaapimella. Samoin poistetaan myös sellainen maalikalvo jonka kiinnitys alustaansa on heikentynyt. Lisäksi vanhat maalipinnat harjataan kauttaaltaan teräsharjalla. (RT 29-10572, 5.)
- Hiekkapuhallusta ei suositella vanhan maalipinnan poistoon, koska se helposti rikkoo puupinnan tehden siitä tikkuisen ja epätasaisen sekä erittäin vaikeasti maalattavan. Karvaisen pinnan suojaus on hankalaa ja pinta kerää likaa huomattavasti enemmän kuin sahattu pinta. (RT 29-10572, 5.)
- Huoltomaalaus on suoritettava aina kohteeseen sopivalla maalilla eli vastaavalla kuin alkuperäinen, mikäli se on sopinut hyvin kohteeseen tai vanhan maalin kanssa yhteensopivalla maalilla. Huomioitava on myös verhouksen taustan tuuletus maalityypin valitessa. (RT 29-10572, 5.)
- Mikäli on epävarmuutta käytetystä maalityypistä ja uuden maalin sopivuudesta on syytä ottaa yhteyttä asiantuntijaan. Väärä maali väärässä kohteessa voi aiheuttaa koko puuverhouksen tuhoutumisen. (RT 29-10572, 5.)
- Lisää ohjeita löytyy esim. Tikkurilan ja Elixioilin verkkosivuilta.

Kuullotettujen pintojen korjauskäsittely jälkeenpäin

- Puuverhous tulee tarkistaa ja uusintakäsittellä 1–2 vuoden välein (RT 29-10572, 10).
- Hilseilnyt käsittelyaine, lika ja pöly poistetaan harjaamalla ja uusi sivellään päälle. Kuultoaineena voidaan käyttää sekä vesiohenteisia että liuotinohenteisiä kuultovärijäysaineita.

8.2 Hirsi

Puu on hydroskooppinen aine, jonka sisältämä veden määrä riippuu ympäröivän ilman suhteellisesta kosteudesta ja lämpötilasta. Hirren kosteus talvella lämmitetyissä sisätiloissa on noin 8 % kuivapainosta ja ulkona sateelta suojassa noin 20 %. Auringon säteily kuivattaa hieman hirsiseiniä, jolloin niiden kosteus on pienempi. (RT 82-10415, 3.)

Hirsiseinä on hengittävä rakenne. Tämä perustuu hirsiseinän kykyyn päästää lävitseen ilmaa. Hirren sisältämä kosteus siirtyy talvella kuivaan sisäilmaan ja siten hidastaa sisätilan kosteuden alenemista. Hirsien varauksissa käytettävät tiivisteet estävät haitalliset ilmavuodot. Hirsien saumoista tuleva ilma suodattuu tasaisesti koko hirsiseinän lävitse ja luo edellytykset hyvälle sisäilmalle. (RT 82-10415, 4.)

Tavoitteellinen käyttöikä

Hirsiverhouksen tavoitteellinen käyttöikä on käytännössä sama kuin rakennuksen käyttöikä. Hirsiverhous on maalattava tai suojakäsiteltävä yleensä noin 10–15 vuoden välein.

Tarkastusväli

- Julkisivut on tarkastettava vähintään joka toinen kevät, jotta mahdolliset alkavat vauriot voidaan havaita ja tarpeen vaatiessa korjata ennen niiden suureksi kasvamista.
- Tarkastus käsittää sekä julkisivupinnat että pellitykset, räystäskourut ja syöksytorvet.

Huomioi seuraavaa

- Hirsiseinä on kosteustekniseltä toiminnaltaan turvallinen rakenne, kunhan rakenteellinen suojaus eli pitkät räystäät ja räystäskourut sekä riittävä sokkelikorkeus on kunnossa. Lisäksi hirsipinta voidaan maalata tai kuultokäsitellä. (RT 82-10415, 4.)

- Hirsirakenteinen seinä painuu aina, painuminen johtuu pääasiallisesti hirsien kuivumisesta. Hirsiseinän painuminen on noin 10–50 mm korkeusmetriä kohden riippuen hirsityypistä. (RT 82-10415, 4.)
- Sisällä olevat väliseinät painuvat noin 10 mm enemmän kuin ulkoseinät (RT 82-10415, 4).
- Pilareiden säätöjalkojen säätö (RT 82-10415, 4).
- Tiiliseinien, rankarakenteisten väliseinien, portaiden ja pilareiden liitoskohdat hirsirakenteisiin tulee olla painuman sallivia (RT 82-10415, 4).
- Hirsiseinien ulkopuoliseen suojaukseen käytetään maaleja ja puunsuoja-aineita. NÄIDEN KÄYTÖSSÄ ON NOUDATETTAVA HIRSITOIMITTAJAN JA MAALIN-/SUOJA-AINEENVALMISTAJAN ANTAMIA OHJEITA.
- Seinien ulkopinnan käsittely. Pohjustus Vital protectsuoja-aine (vitalfinland.fi). Pinta Tikkurilan puunsuoja (tikkurila.fi) tai kylmäpuristetulla pellavaöljyllä (elixioil.fi).
- Sisäpintojen käsittelyt kuivissa tiloissa: Seinät esim. Nostalgiapuuöljy luonnovärinen ja lattiat esim. Faxelattiaöljy. Saunan seinät, katot, ovet ja lauteet esim. Supi saunavaha.
- Mikäli hirsiseinä maalataan, on maalin oltava ehdottomasti vesihöyryä läpäiseviä. Muutoin pinnoite ei tule pysymään hirressä kiinni.

Tarkastusohje

- Tarkkaile hirsirakennuksen painumista, aluksi vuosittain ja myöhemmin noin 3 vuoden välein. Painumista tapahtuu yleensä eniten ensimmäisenä vuonna, joten painumista on tarkkailtava uudessa rakennuksessa koko ensimmäisen vuoden ajan. Painumista voidaan tarkkailla ulkoapäin julkisivu kerrallaan.
- Hirsikertojen tulee olla vaakasuoria. Mikäli tästä on jossakin kohdin poikkeama, on selvitettävä voiko jokin rakenne estää painumista. Tämän jälkeen on tehtävä tarvittavat korjaukset. Kiinnitä huomiota ovien, ikkunoiden ja palomuurien yhteydessä oleviin kararakenteisiin, aukkojen pielissä oleviin verhouslautoihin, yläpohjan ja portaiden liukurakenteisiin.
- Tarkasta vuosittain, että hirsiseinän saumojen tiivisteet ovat suojassa ja ettei hirsien

saumoihin kerry vettä.

- Tarkasta vuosittain pilareiden ym. säätöjalkojen säädöt, säädä jalat hirsiseinän laskeutumisen mukaan. Rakennuksen ensimmäisen vuoden aikana 2 kertaa vuodessa.
- Julkisivun yksityiskohdat, pellitykset, räystäskourut, syöksytorvet, julkisivuun kiinnitetyt valaisimet jne.
- Alimmat hirret ovat yleensä arimpia kosteus- ja lahovauriolle, koska ne ovat alttiita sade- ja roiskevedelle.
 - Tarkkaile näiden kuntoa ajoittain kokeilemalla esim. puukolla alimman hirren kovuutta.
 - Alimman hirren ja sokkelin liitoskohdan tulee olla tehty siten, ettei sadevettä keräänny sokkelin päälle ja kastele alinta hirttä.

Huoltomaalaus

- Sinistymät ja homepilkut ovat yleisiä hirsi- ja puuseinissä, ne voidaan poistaa 2 prosentisella hypokloriitti käsittelyllä ja pesulla ennen huoltomaalausta (RT 29-10572, 5).
- Jos vanha maalipinta on ehjä, riittää tavallisesti pölyn ja lian poisto harjaamalla sekä pesu ja huuhtelu (RT 29-10572, 5).
- Kuluneesta tai vaurioituneesta maalipinnasta poistetaan kaikki hilseilevä tai lohkeileva maali mekaanisesti teräskaapimella. Samoin poistetaan myös sellainen maalikalvo jonka kiinnitys alustaansa on heikentynyt. Lisäksi vanhat maalipinnat harjataan kauttaaltaan teräsharjalla. (RT 29-10572, 5.)
- Hiekkapuhallusta ei suositella vanhan maalipinnan poistoon, koska se helposti rikkoo puupinnan tehden siitä tikkuisen ja epätasaisen sekä erittäin vaikeasti maalattavan. Karvaisen pinnan suojaus on hankalaa ja pinta kerää likaa huomattavasti enemmän kuin sahattu pinta. (RT 29-10572, 5.)
- Huoltomaalaus on suoritettava aina kohteeseen sopivalla maalilla eli vastaavalla kuin alkuperäinen, mikäli se on sopinut hyvin kohteeseen tai vanhan maalin kanssa yhteensopivalla maalilla. Huomioitava on myös verhouksen taustan tuuletus maalityyppiä valitessa. (RT 29-10572, 5.)

Mikäli on epävarmuutta käytetystä maalityypistä ja uuden maalin sopivuudesta on syytä ottaa yhteyttä asiantuntijaan. Väärä maali väärässä kohteessa voi aiheuttaa koko puuverhouksen tuhoutumisen. (RT 29-10572, 5.)

8.3 Tiili

Tiili on savesta ja hiekasta kuivaamalla ja polttamalla aikaan saatu määrämuotoinen rakennusmateriaali. Kalkkihiekkatiili on sammutetusta kalkista ja kvartsipitoisesta hiekasta tehty muotoon puristettu kivituoite, jota ei polteta vaan karkaistaan höyryllä. Hirsirakennuksissa tiilejä käytetään lähinnä kosteidentilojen rakentamiseen, uunien ja savupiippujen muuraukseen.

Tiilen puhdistus

Poltettu tiili

- Vaalea suolahärme, jota saattaa ilmaantua vasta muurattujen rakenteiden tai uunien tiiliverhoukseen, katoaa yleensä itsestään uunin tai rakenteen kuivumisen vaikutuksesta. Mikäli näin ei käy, poistetaan härme harjaamalla tai vesipesulla. (Tekninen opas 2, 8.)
- Muiden likajälkien kohdalla voidaan yrittää harjaamista tai kaavintaa ensimmäisenä menetelmänä. Menetelmä ei kuitenkaan sovi sellaisiin likatahroihiin, jotka voivat levitä kuten esim. öljy, rasva, tuore maali jne. Näiden kohdalla kokeile ensin kuumaa vettä ja astianpesuainetta. (Tekninen opas 2, 8.)
- Mikäli lika ei irtoa, on hankittava tiiliverhouksen puhdistukseen sopivaa kemikaalia tai puhdistusainetta ja noudatettava valmistajan ohjeita aineen käytössä. Tiilien jälleenmyyjiltä ja valmistajilta saat lisätietoa puhdistusaineista.

Kalkkihiekkatiili

- Kalkkihiekkatiilen puhdistamiseen soveltuu mekaaninen puhdistus, koska yleensä kalkkihiekkatiiliseinät tasoitetaan ja päällystetään, joko maalaamalla tai tapetoimalla.
- Saumat viimeistellään muuraustyön yhteydessä esimerkiksi putsikauhan terävällä

kulmalla ja jäykällä harjalla (kahi-väliseinät suunnitteluohje, 8). Teräsharjaus on sopimaton puhdistusmenetelmä, koska harjasta jää pintaan metallia, joka aiheuttaa ruostepilkkuja.

8.4 Vesikatto

Vesikatto on yksi rakennuksen tärkeimmistä osista, perustusten ohella tärkein. Sitä ei pidä jättää oman onnensa nojaan, vaan suorittaa säännöllinen tarkastus ja tehdä tarvittavat hoitotoimenpiteet ajallaan. Näin varmistetaan katon toimivuus ja pitkäikäisyys. Tarkasta katto kaksi kertaa vuodessa, mutta vältä turhaa liikkumista katolla, varsinkin kuumalla ilmalla.

Huolto toimenpiteet

- Vesikatto tulee tarkastaa huolellisesti vähintään kaksi kertaa vuodessa, keväällä ja syksyllä (icopal kattohuolto, 1).
- Poista katolta roskat esim. harjaamalla puiden lehdet, sammal ym. Mahdolliset oksat ja terävät esineet on syytä kerätä käsin. Mikäli katolla on tehty huoltotöitä on syytä varmistaa, että katolle ei ole jäänyt rakennusjätteitä, ruuveja, nauloja tai muuta vastaavaa. (icopal kattohuolto, 2.)
- Varmista, että vesi pääsee esteettömästi poistumaan katolta. Puhdista kattokaivot ja niiden sihdit. (icopal kattohuolto, 2.)
- Poista katolle ja kouruihin mahdollisesti levinneet köynnöskasvit (icopal kattohuolto, 2).

Tarkasta seuraavat asiat:

- Kermien saumat, että ne ovat kiinni ja vesitiiviit (icopal kattohuolto, 1).
- Ylösnostojen juuret, että kermiä ovat ehjät ja saumat kiinni (icopal kattohuolto, 1).

- Läpivientien tiiviys, erityisesti kermien ja laippojen tartunta (icopal kattohuolto, 1).
- Kaivon laippojen ja kermien välinen tartunta ja tiiviys (icopal kattohuolto, 1).
- Suojapellitysten kunto ja kiinnitys sekä ylösnostoissa yläreunan tiiviys (icopal kattohuolto, 1).
- Huolehdi, että mahdolliset jälkiasennustyöt, antennit yms. Tehdään huomioiden kermikatteen tiiveys. Käytä bitumialan ammattilaisia. (icopal kattohuolto, 2.)
- Jos katolla työskennellään, kate on suojattava (icopal kattohuolto, 2).
- Katolla ei saa pysyvästi varastoida tavaraa. Työaikaisessa varastoinnissa kate on suojattava tarpeen mukaan. (icopal kattohuolto, 2.)
- Kun havaitset katossa korjaamisen tarvetta, TEE KORJAUKSET VÄLITTÖMÄSTI, suurempien vaurioiden välttämiseksi. Pikku kittaukset, peltien kiinnitysten korjaus ja muut pikkuhommat sujuvat useimmiten omatoimisesti. Isommat korjaukset ovat ammattilaisten töitä.
- Mikäli et ole varma, mitä pitäisi tehdä, kysy neuvoa katon urakoineelta yritykseltä tai materiaalin valmistajalta.

Lunta ei yleensä tarvitse katoilta poistaa! HUOMIOI LUMIMÄÄRÄ

- Poista lunta katolta vain, jos se on ehdottoman välttämätöntä (icopal kattohuolto, 2).
- Jos lunta poistetaan, se pitää tehdä kerroksittain ja katolle on jätettävä lunta vähintään 10 cm suojakerros (icopal kattohuolto, 2).
- Jäätä ei saa poistaa hakkaamalla, vaan ainoastaan sulattamalla (icopal kattohuolto, 2).
- Mikäli katolla, vesikouruissa tai syöksyputkissa on jäätymisongelmia, kannattaa veden poistuminen varmistaa itsesäätyvillä sulatuskaapeilla (icopal kattohuolto, 2).

9 POHDINTA

Kehitystyön tekemisen aloitin vuoden 2010 alussa ja aikaa on nyt kulunut noin kaksi vuotta, että olen saanut tämän työn pakettiin. Eteenpäin ajatellen, tuntuisi aika pitkältä ajalta työn tekemiseen. Yhteistyön olemme aloittaneet jo vuoden 2008 alussa. Haastavinta on ollut se, että lämpöhirren valmistamisesta ja rakentamisesta oli hyvin vähän tietoa saatavissa. Moni asia on niin sanottua hiljaista tietoa. Olemme yhdessä Keron Hirsirakennuksen porukan kanssa tehneet lujasti työtä, että olemme saavuttaneet suunnittelussa ja rakenteissa hyviä sekä toimivia ratkaisuja.

Asennusohjeiden puuttumisen vuoksi on aikaisemmin pystytyksessä käytetty kahta omaa asennusryhmää, joiden kanssa on käyty asennusohjeet suullisesti läpi ja lisäksi asennuksen alkaessa on käyty työmaalla ohjeistamassa. Asennusryhmältä saatu palaute asennusohjeista on ollut hyvä. Asiakkailta ei ole saatu vielä palautetta asennusohjeista, koska kaikki asennuskohteet on asennettu omalla asennusryhmällä. Nyt asennusohjeiden valmistuttua asiakkaalla on mahdollisuus valita lämpöhirsikehikon asennus omana työnä tai asennusryhmän asentamana.

LÄHDELUETTELO

Alasaarela, M 31.10.2011. Ekotehokkaaksi todettu hirsitalo täyttää uudet energiatehokkuusmääräykset. Oulu: Hirsitaloteollisuus. Saatavissa: <http://www.hirsikoti.fi/media.php?nno=2>. Hakupäivä 19.11.2011.

Asunmaa, M. Talonpoikainen rakentaminen. Kirjasto Virma. Saatavissa: <http://www.kirjastovirma.net/kulttuuri-identiteetti/10>. Hakupäivä 22.11.2011.

Hirsi-ekologinen vaihtoehto. Kontio. Saatavissa: <http://www.kontio.fi/fin/Tuotetietoa/Hirsi---ekologinen-vaihtoehto.713.html>. Hakupäivä 18.8.2011.

Icopal kattohuolto. Saatavissa: http://www.icopal.fi/upload/.../huollon.../vesikaton_huolto_ohje_esite.pdf. Hakupäivä 21.6.2010.

Jokelainen, J 2005. Hirsirakenteiden merkitys asema-arkkitehtuurille. Oulu: Teknillinen tiedekunta, Arkkitehtuuriosasto, Oulun yliopisto. Väitöskirja.

Kahi-väliseinät suunnitteluohje. Saatavissa: <http://shop.e-weber.fi/weber/kronodoc?docCode=002689>. Hakupäivä 18.6.2010.

Keron Hirsirakennus Oy. <http://www.kerohirsitalot.fi>.

Koiso-Kanttila, J & Heikkilä, J 1.8.2011. KERO-lämpöhirsirakenteen ominaisuuksista. Lausunto. Oulu: Keron Hirsirakennus Oy.

RakMK A4. 2000. Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje, määräykset ja ohjeet. Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö.

RakMK B10. 2001. Puurakenteet, ohjeet. Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö.

RakMK C3. 2010. Rakennuksen lämmöneristys, määräykset. Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö.

RakMK D3. 2010. Rakennusten energiatehokkuus, määräykset ja ohjeet. Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö.

RakMK D3. 2012. Rakennusten energiatehokkuus, määräykset ja ohjeet. Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö.

RakMK G1. 2005. Asuntosuunnittelu, määräykset ja ohjeet. Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö.

RIL 248-2008. 2008. Naulalevyrakenteiden asennus- ja tuentaohje. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL.

RT 82-10415. 1990. Hirsitalon suunnitteluperusteet. Rakennustieto Oy.

RT 19-10922. 2008. Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot. Rakennustieto Oy.

RT 29-10572. 1995. Puujulkisivujen uudis- ja huoltomaalaus. Rakennustieto Oy.

Tekninen opas 2. Saatavissa: http://www.tiileri.fi/img/tekninen_opas_II.pdf. Hakupäivä 21.6.2010.

Tuotteet-Vital Finland Oy. Saatavissa: <http://www.vitalfinland.fi/default/sivut/tuotteet/>. Hakupäivä 1.7.2010.

LIITTEET

Liite 1 Lämpöhirren rakennedetaljit

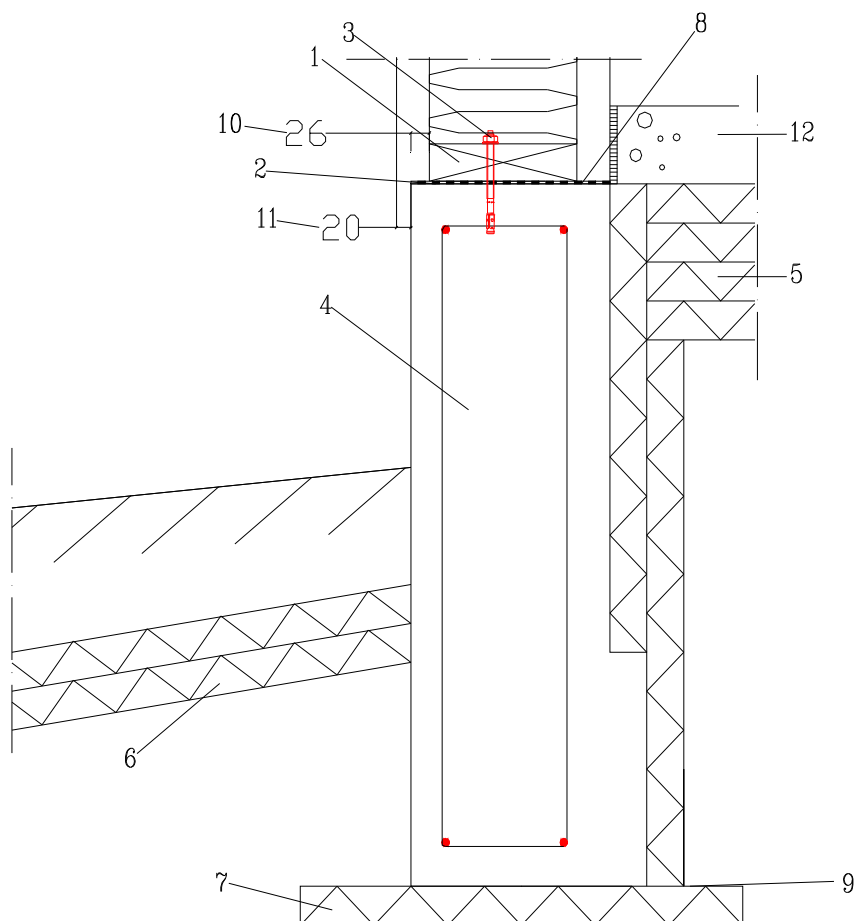
Liite 2 NR-rakenteiden asennus- ja tuentaohje

KERO-HIRSITALOT

SE AITO OIKEA LÄMPÖHIRSI

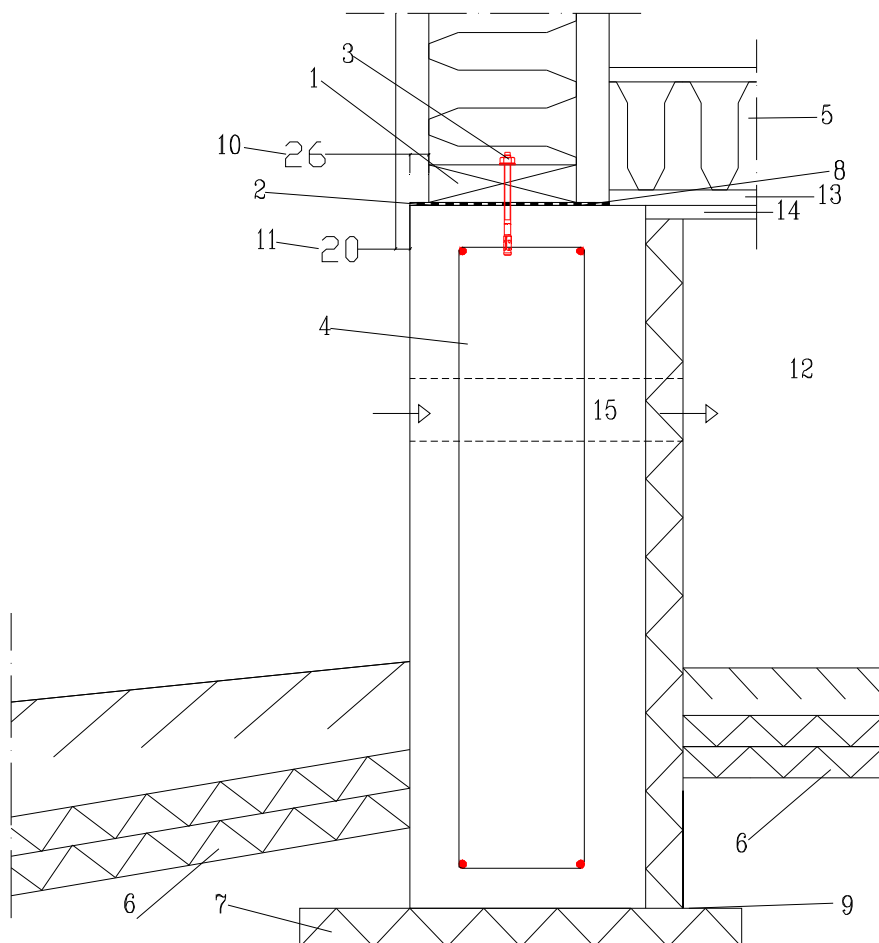
LÄMPÖHIRSIKEHIKON RAKENNEDETALJIT

KEROHIRSITALOT	RAKENNELEIKKAUS	PL1
	Maanvarainen perustus	1:10



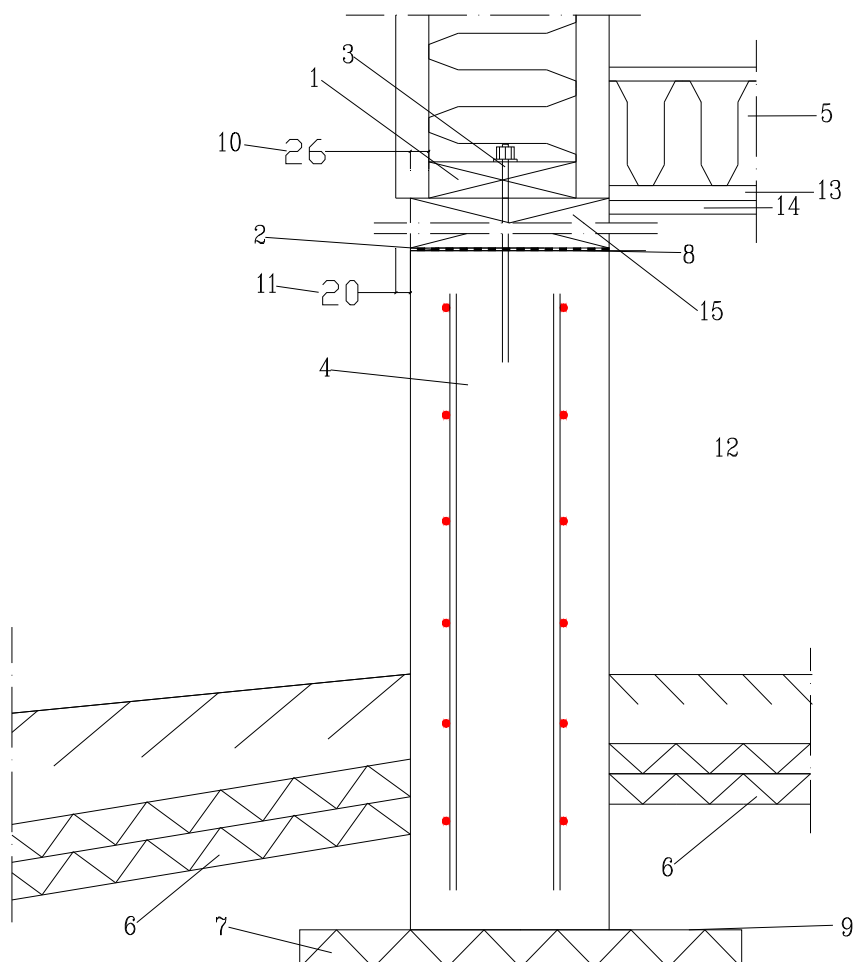
1. ALAOHJAUSPUU
2. SOLUMUOVIKAISTA
3. KIILA-ANKKURI S-KA 10/50 132 K2000
4. TERÄSBETONI PERUSTUS
5. ERISTE EPS-100 LATTIA
6. ERISTE EPS-120 ROUTA
7. FINNFOAM 50 mm
8. PERUSTUKSEN YP 0.000
9. PERUSTUKSEN AP-0.900
10. ALAOHJAUSPUU 26mm PERUSTUKSEN ULKOPINNASTA
11. LÄMPÖHIRREN YLITYS 20mm PERUSTUKSEN ULKOPINNASTA
12. TERÄSBETONILATTIA

KEROHIRSITALOT	RAKENNELEIKKAUS	PL2
	Tuulettuva perustus, rossipohja	1:10



1. ALAOHJAUSPUU
2. SOLUMUOVIKAISTA
3. KIILA-ANKKURI S-KA 10/50 132 K2000
4. TERÄSBETONI PERUSTUS
5. LATTIAKANNAKKEET RAK.SUUNN. MUKAISESTI + PUUKUITUERISTE
6. ERISTE EPS-120 ROUTA
7. FINNFOAM 50 mm
8. PERUSTUKSEN YP 0.000
9. PERUSTUKSEN AP-1.000
10. ALAOHJAUSPUU 26mm PERUSTUKSEN ULKOPINNASTA
11. LÄMPÖHIRREN YLITYS 20mm PERUSTUKSEN ULKOPINNASTA
12. RYÖMINTÄTILA >800mm
13. TUULENSUOJALEVY
14. KOOLAUSLAUTA
15. TUULETUSAUKKO

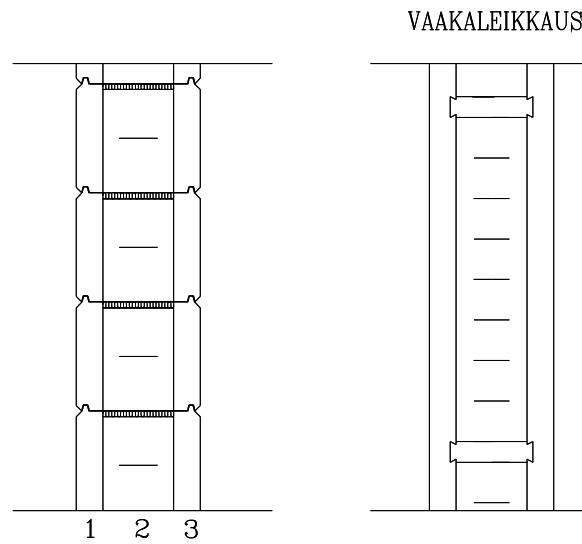
KEROHIRSITALOT	RAKENNELEIKKAUS	PL3
	Pilariperustus	1:10



1. ALAOHJAUSPUU
2. SOLUMUOVIKAISTA
3. KIERRETANKO 10mm RST
4. TERÄSBETONI PILARIT
5. LATTIKANNAKKEET RAK.SUUNN. MUKAISESTI + PUUKUITUERISTE
6. ERISTE EPS-120 ROUTA
7. FINNFOAM 50 mm
8. PERUSTUKSEN YP 0.000
9. PERUSTUKSEN AP-1.000
10. ALAOHJAUSPUU 26mm PERUSTUKSEN ULKOPINNASTA
11. LÄMPÖHIRREN YLITYS 20mm PERUSTUKSEN ULKOPINNASTA
12. RYÖMINTÄTILA >800mm
13. TUULENSUOJALEVY
14. KOOLAUSLAUTA
15. PALKKI RAK.SUUN.MUKAISESTI

KEROHIRSITALOT	RAKENNELEIKKAUS	US1
	ULKOSEINÄ; OMAKOTITALOT	1:10

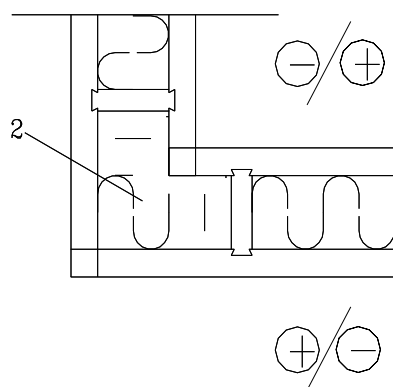
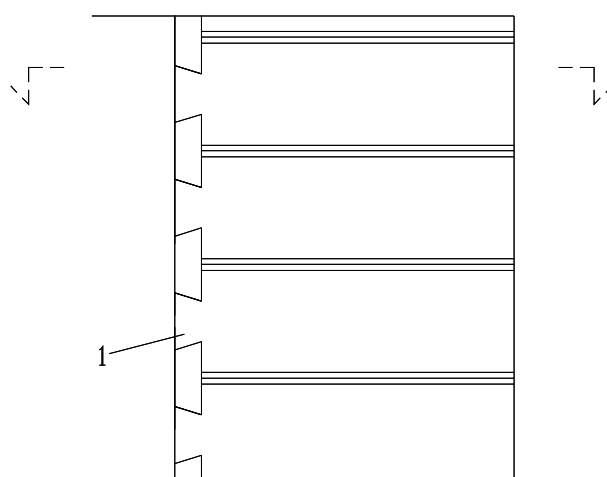
SEINÄRAKENNE ON SUOJATTU, HYÖDYLLISYYSMALLI N:O 1997



1. ULKOPINTALAMELLI 45 MM
2. SIDEPALAT 35*120 K585 JA LÄMMÖNERISTE
3. SISÄPINTALAMELLI 45 MM

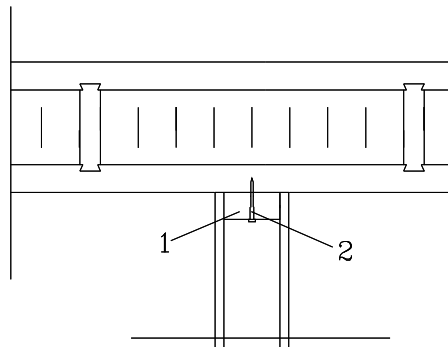
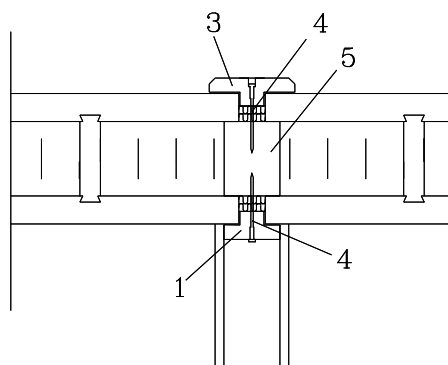
KEROHIRSITALOT	RAKENNELEIKKAUS	SN1
	SISÄ- JA ULKONURKKA	1:10

SEINÄRAKENNE ON SUOJATTU, HYÖDYLLISYYSMALLI N:O 1997



1. LUKKIINTUVA NURKKARAKENNE
2. YHTENÄINEN LÄMMÖNERISTE NURKASSA

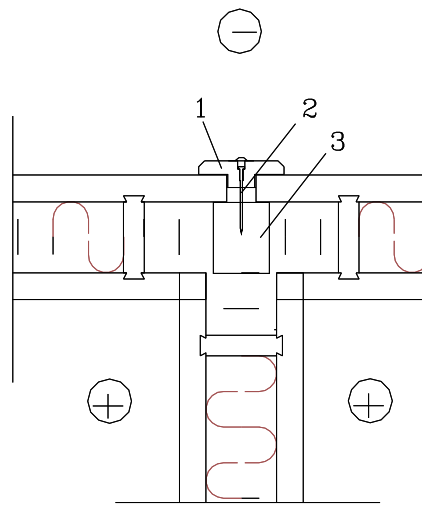
KEROHIRSITALOT	RAKENNELEIKKAUS	VSL1
	VÄLISEINÄLIITYMÄT	1:10

VÄLISEINÄLIITYMÄ
YLEENSÄVÄLISEINÄ JATKOKSEN
KOHDALLA

1. VÄLISEINÄN LIITYMÄPUU 45*95, RUUVEJA VARTEN 70 MM:N PAINUMA-
VARALLA VARUSTETTU REI'ITYS K400
2. RUUVIT 6*65 K400
3. JATKOSLAUTA
4. RUUVIT 6*110 K400
5. KIRISTYSPUU

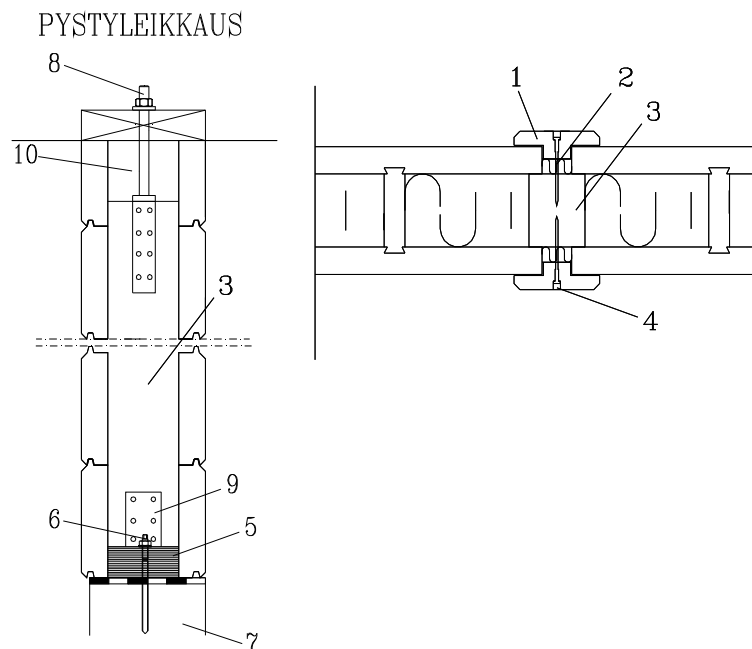
KEROHIRSITALOT	RAKENNELEIKKAUS	NVS1
	T-NURKKA / JATKOS	1:10

SEINÄRAKENNE ON SUOJATTU, HYÖDYLLISYYSMALLI N:O 1997



1. JATKOSLAUTA
2. RUUVIT 6*110 K400
3. KIRISTYSPUU

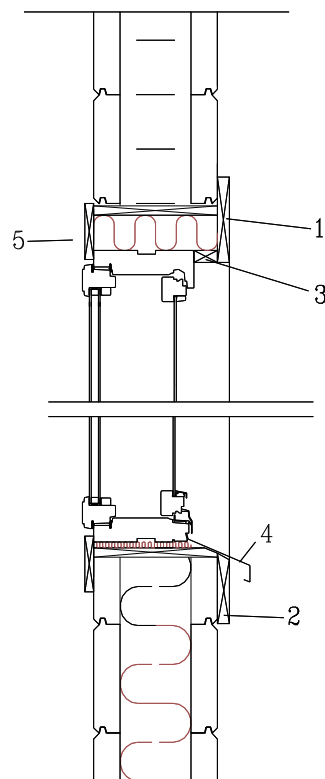
KEROHIRSITALOT	RAKENNELEIKKAUS	USJ1
	ULKOSEINÄN JATKOS	1:10



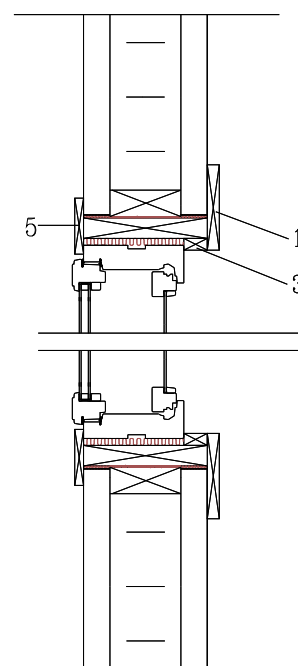
1. JATKOSLAUTA
2. RUUVIT 6*110 K400
3. KIRISTYSPUU ERISTE PAKSUUDEN MUKAAN
4. PEITETULPAT, PUUTA
5. ALAOHJAUSPUU KP
6. ANKKURIPULTTI K1200
7. PERUSTUS
8. KIRISTYPUUN KIINNITYS YLÄOHJAUSPUUHUN
KIERRETANKO ANKKURINAULOILLA 8 KPL MOL.PUOLIN PILARIA
9. KIRISTYPUUN KIINNITYS ALAOHJAUSPUUHUN
KULMARAUTA ANKKURINAULOILLA 4+4 MOL.PUOLIN
10. LASKETUMISVARA

KEROHIRSITALOT	RAKENNELEIKKAUS	PL1
	IKKUNAN PIELILAUDOITUS, TALOT	1:10

PYSTYLEIKKAUS



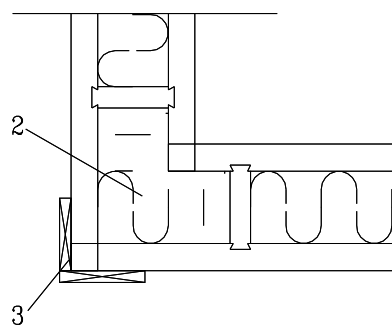
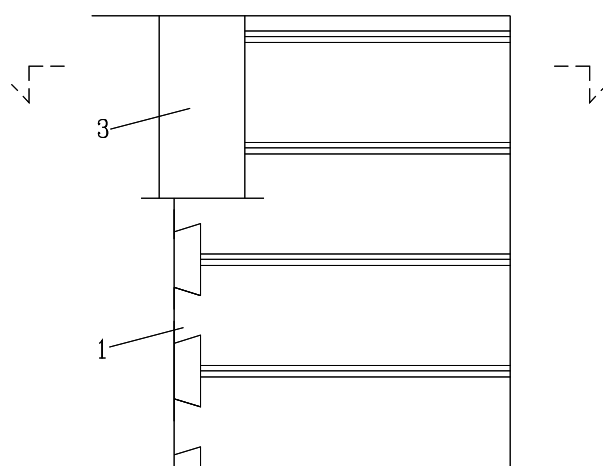
VAAKALEIKKAUS



1. 20*120 HS
2. 20*120 HS
3. SMYYGILISTA HS
4. VESIPENKKEPULTTI
5. PEITELISTA 15*95

KEROHIRSITALOT	RAKENNELEIKKAUS	UN1
	ULKONURKKA	1:10

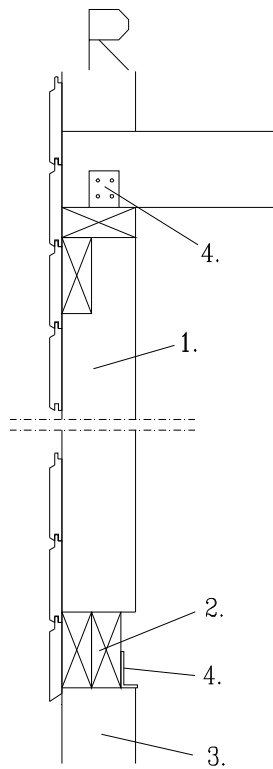
SEINÄRAKENNE ON SUOJATTU, HYÖDYLLISYYSMALLI N:O 1997



1. LUKKIINTUVA NURKKARAKENNE
2. YHTENÄINEN LÄMMÖNERISTE NURKASSA
3. VERHOUSLAUDAT 20*120 + 20*145

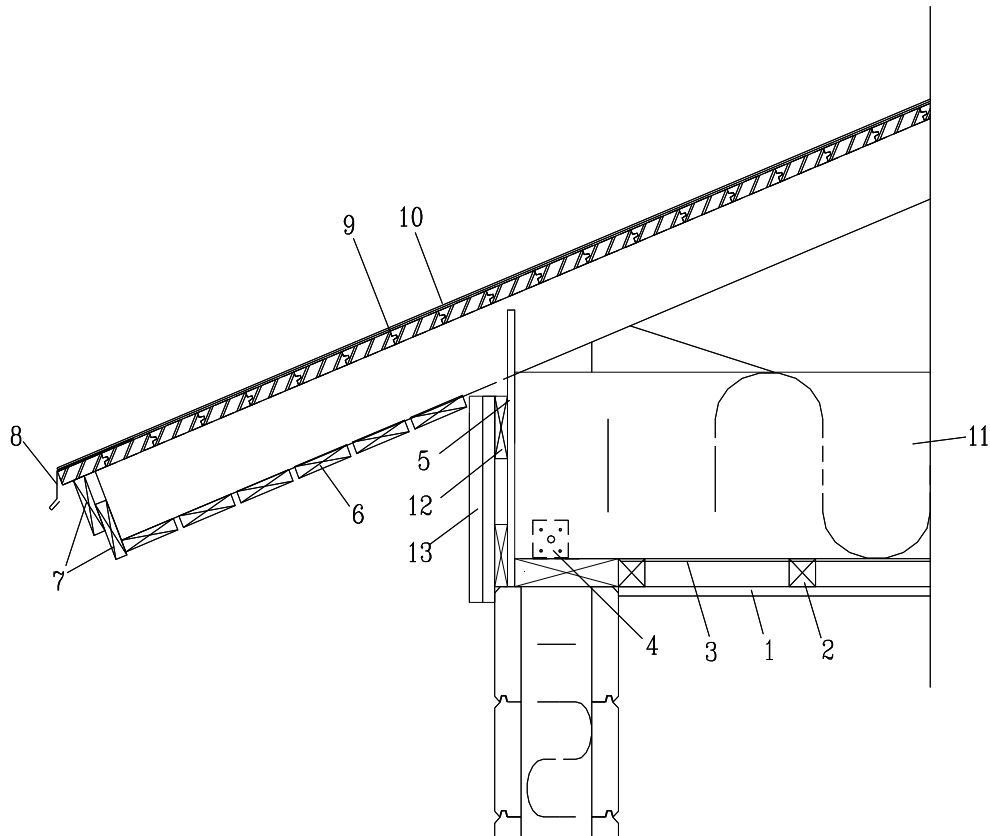
KEROHIRSITALOT	RAKENNELEIKKAUS	USJ1
	VARASTON/ETEISEN ULKOSEINÄ	1:10

PYSTYLEIKKAUS



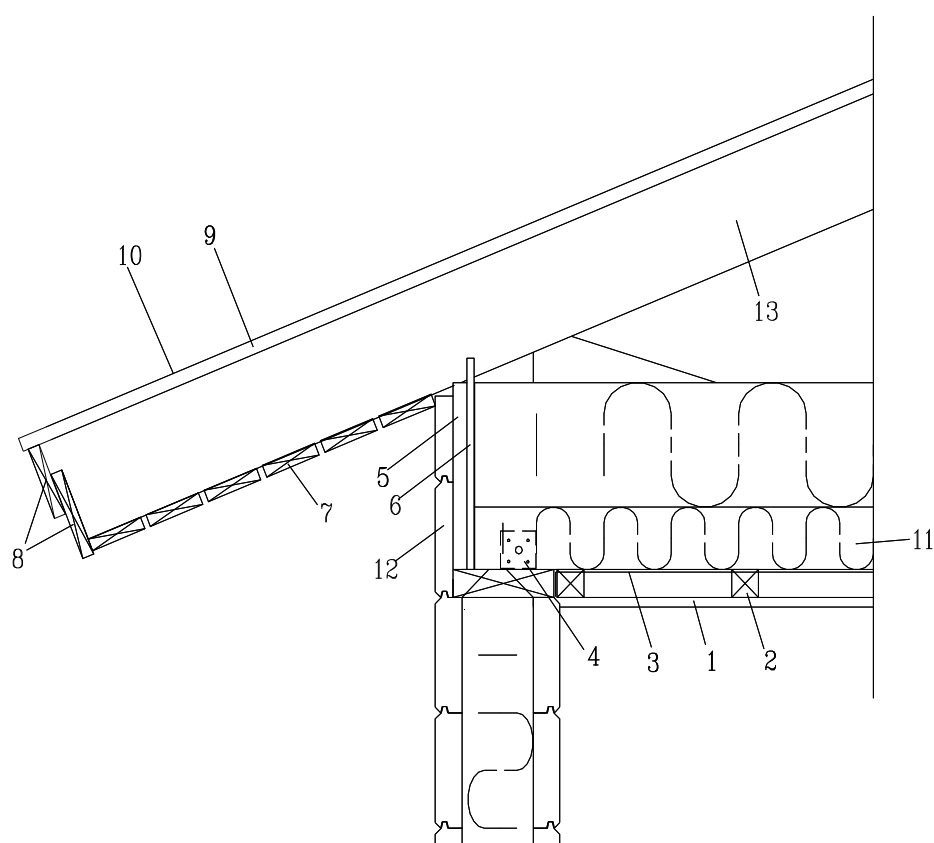
1. RUNKO 50x125 k600
2. ALAOHJAUSPUU 2*50x125
3. PERUSTUS/PILARI
4. KULMARAUTA ANKKURINAULOILLA 4+4 MOL.PUOLIN

KEROHIRSITALOT	RAKENNELEIKKAUS	SR1
	SIVURÄYSTÄS, RIMALAUTA	1:10



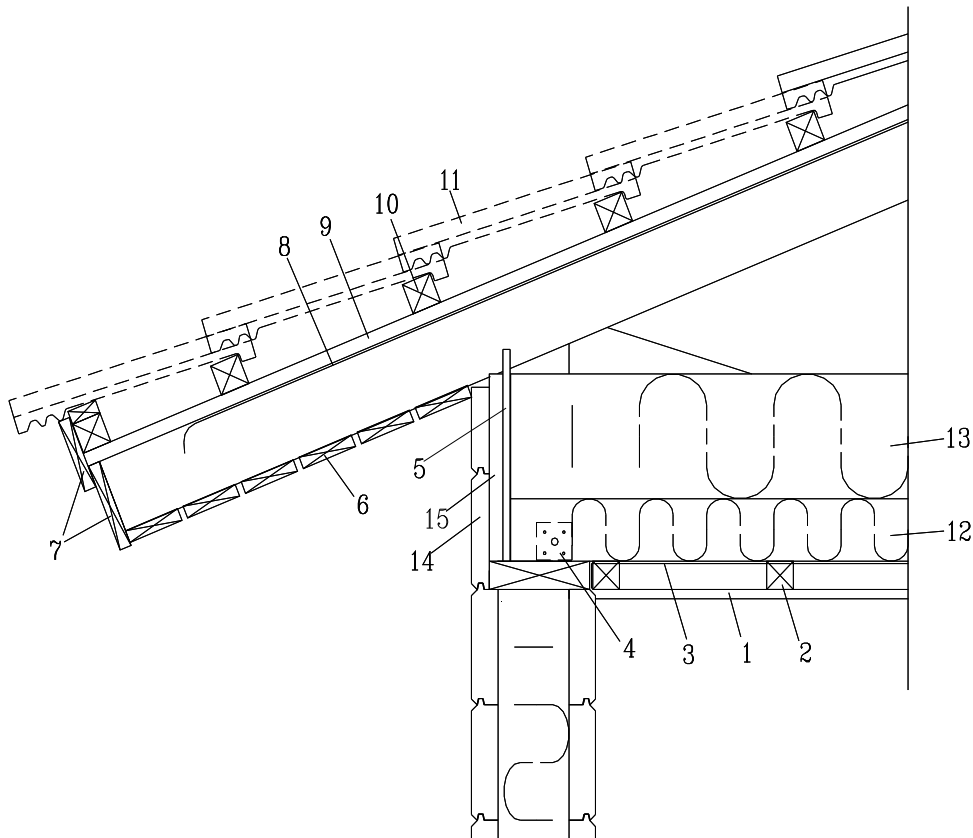
1. SISÄVERHOUS
2. KOOLAUS 45*45
3. ILMANSULKU, TIIVISTYS KOOLAUSRIMAN JA ULKOSEINÄLAMELLIN VÄLIIN
4. KULMAKIINNIKE, NAULAUS ANKKURINAULAIN 4+4 N 4.0*40
5. TUULENSUOJALEVYKAISTA 400 MM, HUOKOINEN KUITULEVY
6. RÄYSTÄÄN ALUSLAUDOITUS 20*95 HS
- RAOT 10 MM
7. OTSALAUDAT 20*95 HS
8. RÄYSTÄSPELTI
9. RAAKAPONTTILAUDOITUS 23*95 (RISTIKOT K900)
10. HUOPAKATE
11. PUHALLETTAVA PUUKUITUERISTE
12. VAAKAKOOLAUS 22*100
13. RIMALAUTAVERHOUS 20*145 HS + 23*45 HS

KEROHIRSITALOT	RAKENNELEIKKAUS	SR2
	SIVURÄYSTÄS, VAAKAPANELI/HUOPAKATE	1:10



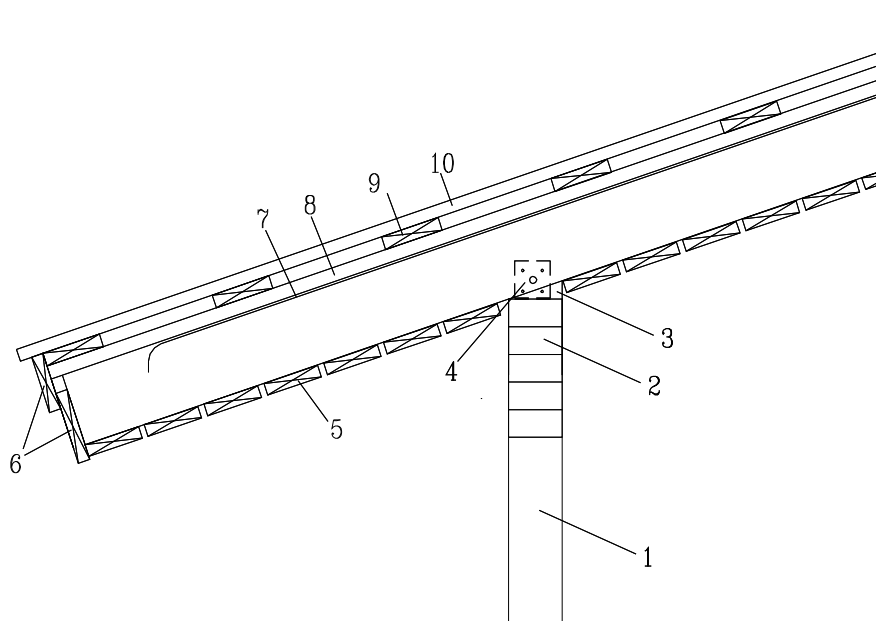
1. SISÄVERHOUS
2. KOOLAUS K-400
3. ILMANSULKU, TIIVISTYS KOOLAUSRIMAN JA ULKOSEINÄLAMELLIN VÄLIIN
4. KULMAKIINNIKE, NAULAUS ANKKURINAULAIN 4+4 N 4.0*40 MOL.PUOLIN
5. KOOLAUS
6. TUULENSUOJALEVY HUOKOINEN KUITULEVY
7. RÄYSTÄÄN ALUSLAUDOITUS 20*95 HS
8. OTSALAUDAT 20*120 HS + 20*120 HS
9. RAAKAPONTTI
10. ALUSHUOPA JA PINTAHUOPA
11. PUUKUITUERISTELEVY
12. HIRSIPANELI 20*190
13. NR- RISTIKOT

KEROHIRSITALOT	RAKENNELEIKKAUS	SR3
	SIVURÄYSTÄS, VAAKAPANELI	1:10



1. SISÄVERHOUS
2. KOOLAUS 45*45
3. ILMANSULKU, TIIVISTYS KOOLAUSRIMAN JA ULKOSEINÄLAMELLIN VÄLIIN
4. KULMAKIINNIKE, NAULAUS ANKKURINAULAIN 4+4 N 4.0*40
5. TUULENSUOJALEVYKAISTA, HUOKOINEN KUITULEVY
6. RÄYSTÄÄN ALUSLAUDOITUS 20*95 HS
- RAOT 10 MM
7. OTSALAUDAT 20*145 HS + 20*120 HS
8. ALUSKATE
9. ALUSKATTEEN KIINNITYSRIMA 22*50
10. RUOTEET 45*45 (RISTIKOT K900)
11. TIILIKATE
12. PUUKUITUERISTELEVY
13. PUHALLETTAVA PUUKUITUERISTE
14. HIRSIPANELI 20*190
15. PYSTYKOOLAUS 22*100

KEROHIRSITALOT	RAKENNELEIKKAUS	P1
	PILARI-PALKKI LIITOS	1:10



1. LIIMAPUUPILARI
2. LIIMAPUU- TAI KERTOPUUPALKKI
3. KIILAPALAT LAPEPALKKIEN ALLE
4. KULMAKIINNIKE, NAULAUS ANKKURINAULAIN 4+4 N 4.0*40
5. RÄYSTÄÄN ALUSLAUDOITUS 20*95 HS
- RAOT 10 MM
6. OTSALAUDAT 20*120 HS + 20*95 HS
7. ALUSKATE
8. ALUSKATTEEN KIINNITYSRIMA 22*50
9. RUOTEET TAI RAAKAPONTTI
10. PELTI-, TIILI- TAI HUOPAKATE

KEROHIRSITALOT	RAKENNELEIKKAUS	PR1
	PÄÄTYRÄYSTÄS, RIMALAUTA/HUOPAKATE	1:10

1. TUKILAUTA 22*100, NAULAUS 2 N 2,8*75 K200
2. 45*45 NAULAUS 3,4*100 K600
3. ILMANSULKU, TIIVISTYS KOOLAUSRIMAN JA ULKOSEINÄN VÄLIIN
4. KULMAKIINNIKE K1000, NAULAUS ANKKURINAULOIN 4+4 N 4.0*40
5. TUULENSUOJALEVY, HUOKOINEN KUITULEVY 12 MM
6. RÄYSTÄÄN ALUSLAUDOITUS 20*95 HS
- RAOT 10 MM
7. OTSALAUDAT 20*120 HS
8. VAAKAKOOLAUS 22*100 K600
9. RIMALAUDOITUS 20*145 HS + 20*45 HS
10. RAAKAPONTTILAUDOITUS 23*95 (RISTIKOT K900)
11. KOLMIORIMA 45*45
12. PÄÄTYRÄYSTÄSKANNATE 45*120 K900
13. PR-KANNATTEIDEN VÄLISSÄ 45*123

KEROHIRSITALOT	RAKENNELEIKKAUS	PR2
	PÄÄTYRÄYSTÄS, HIRSIPANELI/HUOPAKATE	1:10

The drawing is a detailed cross-section of a log cabin's end wall and roof. It shows the following components from top to bottom and left to right:

- 10**: Raakapontti (log ridge)
- 9**: Alushuopa ja pintahuopa (underfelt and topfelt)
- 8**: Otsalaudat (end boards)
- 7**: Räystään aluslaudoitus (eave underboards)
- 12**: Hirsipaneli (log panel)
- 6**: Tuulensuojalevy huokoinen kuitulevy (wind protection board, fibrous felt board)
- 5**: Pystykooraus (vertical log joint)
- 4**: Kulma kiinnike, naulaus ankkurinaulo (corner bracket, nail, anchor nail)
- 2**: Koolaus K-400 (batten K-400)
- 13**: NR-ristikot (NR-braces)
- 11**: Puukuitueristelevy (wood fiber insulation board)
- 1**: Sisäverho (inner lining)

1. SISÄVERHOUS
2. KOOLAUS K-400
3. ILMANSULKU, TIIVISTYS KOOLAUSRIMAN JA ULKOSEINÄLAMELLIN VÄLIIN
4. KULMAKIINNIKE, NAULAUS ANKKURINAULAIN 4+4 N 4.0*40 MOL.PUOLIN
5. PYSTYKOOLAUS
6. TUULENSUOJALEVY HUOKOINEN KUITULEVY
7. RÄYSTÄÄN ALUSLAUDOITUS 20*95 HS
8. OTSALAUDAT 20*120 HS + 20*120 HS
9. RAAKAPONTTI
10. ALUSHUOPA JA PINTAHUOPA
11. PUUKUITUERISTELEVY
12. HIRSIPANELI 20*190
13. NR- RISTIKOT

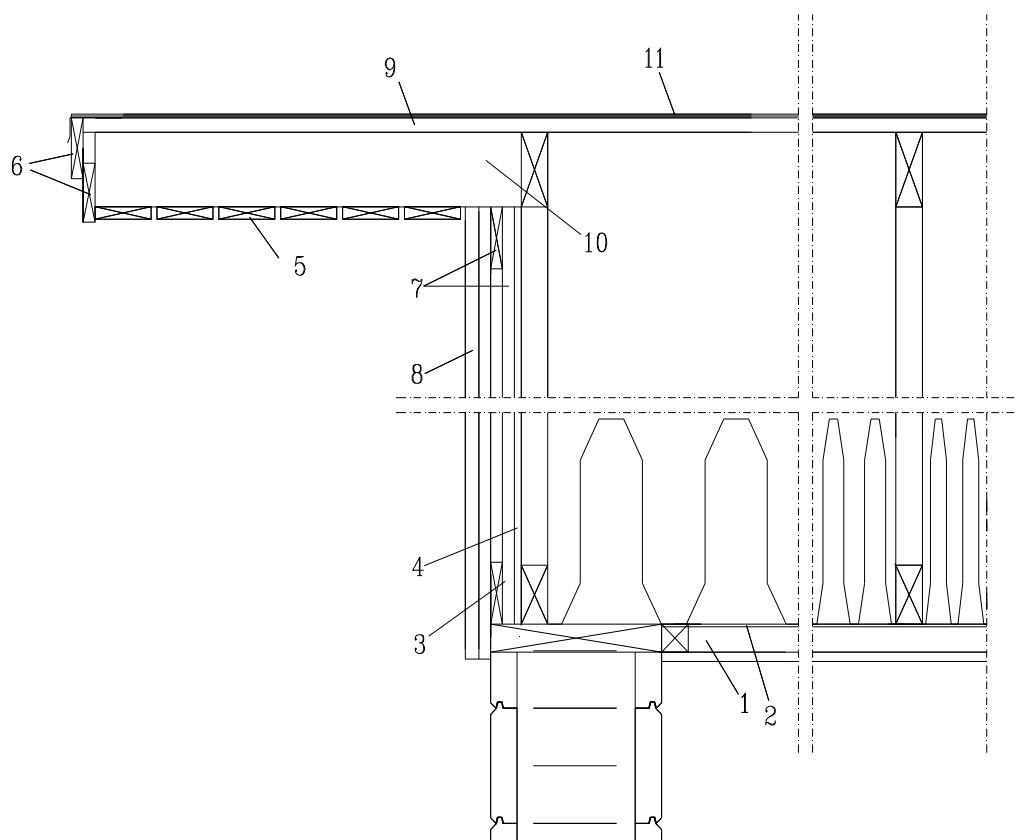
KEROHIRSITALOT	RAKENNELEIKKAUS	PR3
	PÄÄTYRÄYSTÄS, RIMALAUTA/HUOPAKATE	1:10

1. HARVAKOOLAUS 45*45 K400
2. ILMANSULKU, TIIVISTYS ULKOSEINÄÄN
3. YLÄSIDEPUU KERTOPUU, LÄMPÖHIRREN PAKSUUDEN MUKAAN
4. TUULENSUOJALEVY, HUOKOINEN KUITULEVY 12 MM
5. RÄYSTÄÄN ALUSLAUDOITUS 20*95 HS
- RAOT 10 MM
6. OTSALAUDAT 20*95 HS
7. VAAKA/PYSTYKOOLAUS 22*100 K600
8. RIMALAUDOITUS 18*125 HS + 18*45 HS
9. RAAKAPONTTILAUDOITUS 23*95 (RISTIKOT K900)
10. PÄÄTYRÄYSTÄSKANNATE 45*123 K900
11. YLÄSIDEPUU 45*198
12. ALUS-JA PINTAHUOPA

KEROHIRSITALOT	RAKENNELEIKKAUS	PR4
	PÄÄTYRÄYSTÄS, VAAKAPANELI/THILIKATE	1:10

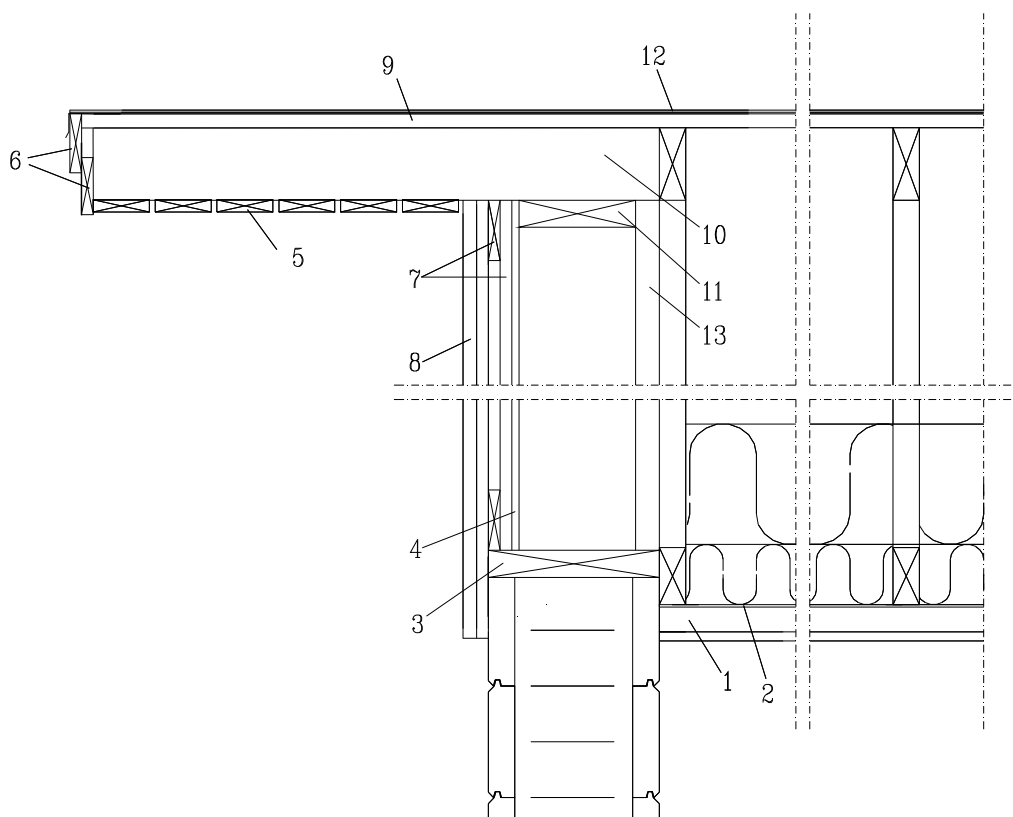
1. TUKILAUTA 22*100, NAULAUS 2 N 2,8*75 K200
2. HARVAKOOLAUS 45*45 K400
3. ILMANSULKU, THIVISTYS ULKOSEINÄÄN 45*45 RIMALLA
4. KULMAKIINNIKE NAULAUS ANKKURINAULAIN 4+4 N 4.0*40
5. TUULENSUOJALEVY, HUOKOINEN KUITULEVY 12 MM
6. RÄYSTÄÄN ALUSLAUDOITUS 20*95 HS
- RAOT 10 MM
7. OTSALAUDAT 20*145 HS
8. ALUSKATE
9. ALUSKATTEEN KIINNITYSRIMA 22*50
10. RUOTEET 45*45 (RISTIKOT K900)
11. PÄÄTYRÄYSTÄSLISTAN KIINNITYSPUU 45*45
12. PÄÄTYRÄYSTÄSKANNATE 45*120 K900
13. PR-KANNATTEIDEN VÄLISSÄ 45*120
14. PYSTYKOOLAUS 22*100 K600
15. HIRSIPANELI 20*190

KEROHIRSITALOT	RAKENNELEIKKAUS	PR5
	PÄÄTYRÄYSTÄS, RIMALAUTA/HUOPAKATE	1:10



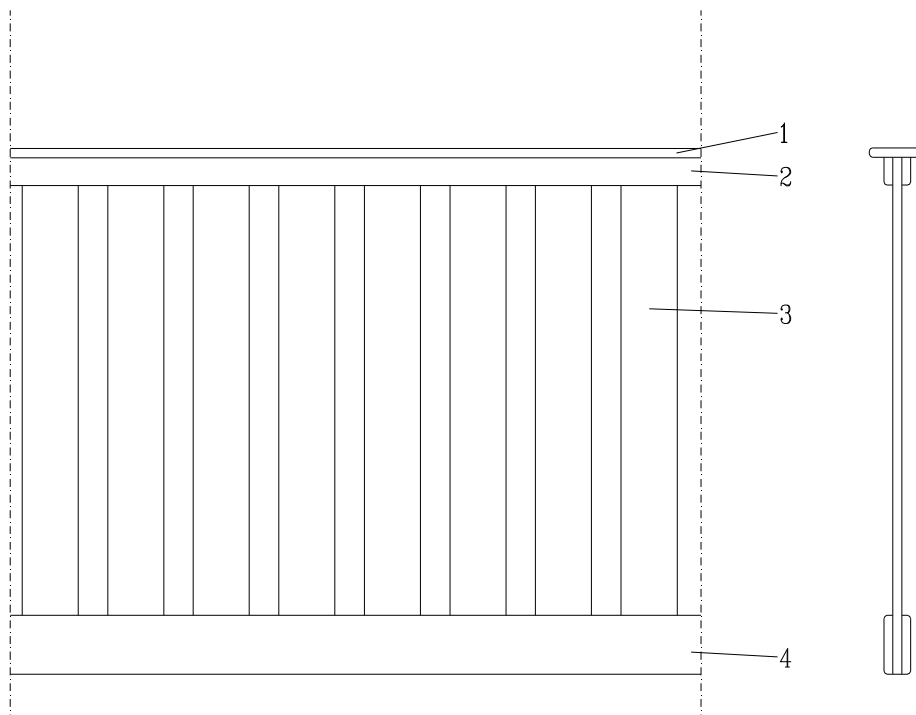
1. HARVAKOOLAUUS 45*45 K400
2. ILMANSULKU, TIIVISTYS ULKOSEINÄÄN 45*45 RIMALLA
3. YLÄSIDEPUU KERTOPUU, LÄMPÖHIRREN PAKSUUDEN MUKAAN
4. TUULENSUOJALEVY, HUOKOINEN KUITULEVY 12 MM
5. RÄYSTÄÄN ALUSLAUDOITUS 20*95 HS
- RAOT 10 MM
6. OTSALAUDAT 20*95 HS
7. VAAKA/PYSTYKOOLAUUS 20*100 K600
8. RIMALAUDOITUS 18*125 HS + 18*45 HS
9. RAAKAPONTTILAUDOITUS 23*95 (RISTIKOT K900)
10. PÄÄTYRÄYSTÄSKANNATE 45*123 K900
11. ALUS-JA PINTAHUOPA

KEROHIRSITALOT	RAKENNELEIKKAUS Läh290	PR6
	PÄÄTYRÄYSTÄS, RIMALAUTA/HUOPAKATE	1:10



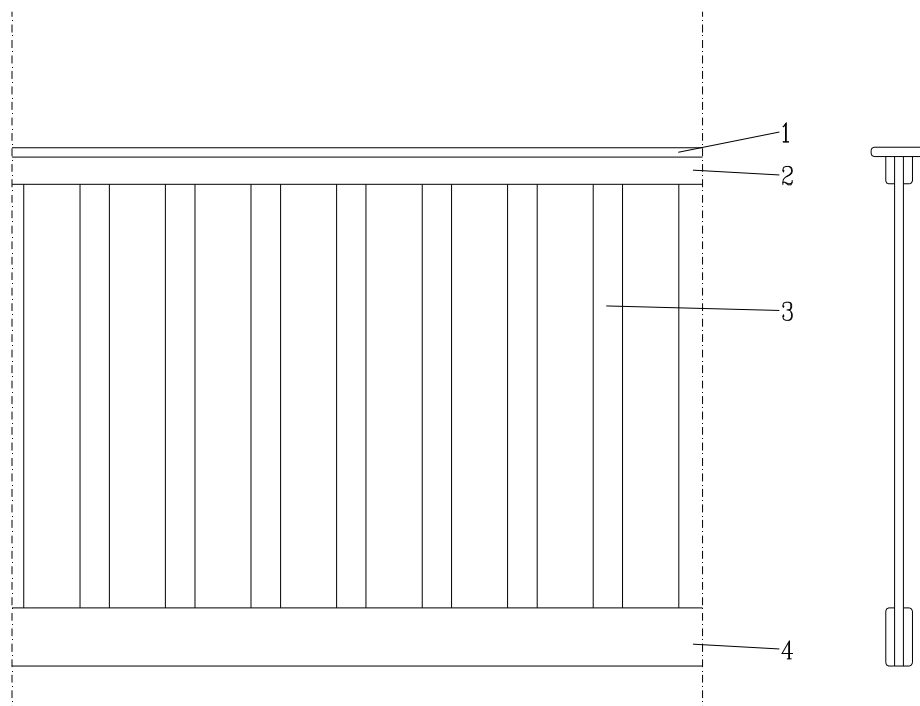
1. HARVAKOOLAUS 45x45 K400
2. ILMANSULKU, TIIVISTYS ULKOSEINÄÄN
3. YLÄSIDEPUU KERTOPUU, LÄMPÖHIRREN PAKSUUDEN MUKAAN
4. TUULENSUOJALEVY, HUOKOINEN KUITULEVY 12 MM
5. RÄYSTÄÄN ALUSLAUDOITUS 20x95 HS
- RAOT 10 MM
6. OTSALAUDAT 20x95 HS
7. VAAKA/PYSTYKoolaUS 22x100 K600
8. RIMALAUDOITUS 18x125 HS + 18x45 HS
9. RAAKAPONTTILAUDOITUS 23x95 (RISTIKOT K900)
10. PÄÄTYRÄYSTÄSKANNATE 45x123 K900
11. YLÄSIDEPUU 45x198
12. ALUS- JA PINTAHUOPA
13. RUGON JA RISTIKON VÄLI 40mm

KEROHIRSITALOT	RAKENNELEIKKAUS	K1
	KAIDE 15x95 K-150	1:10

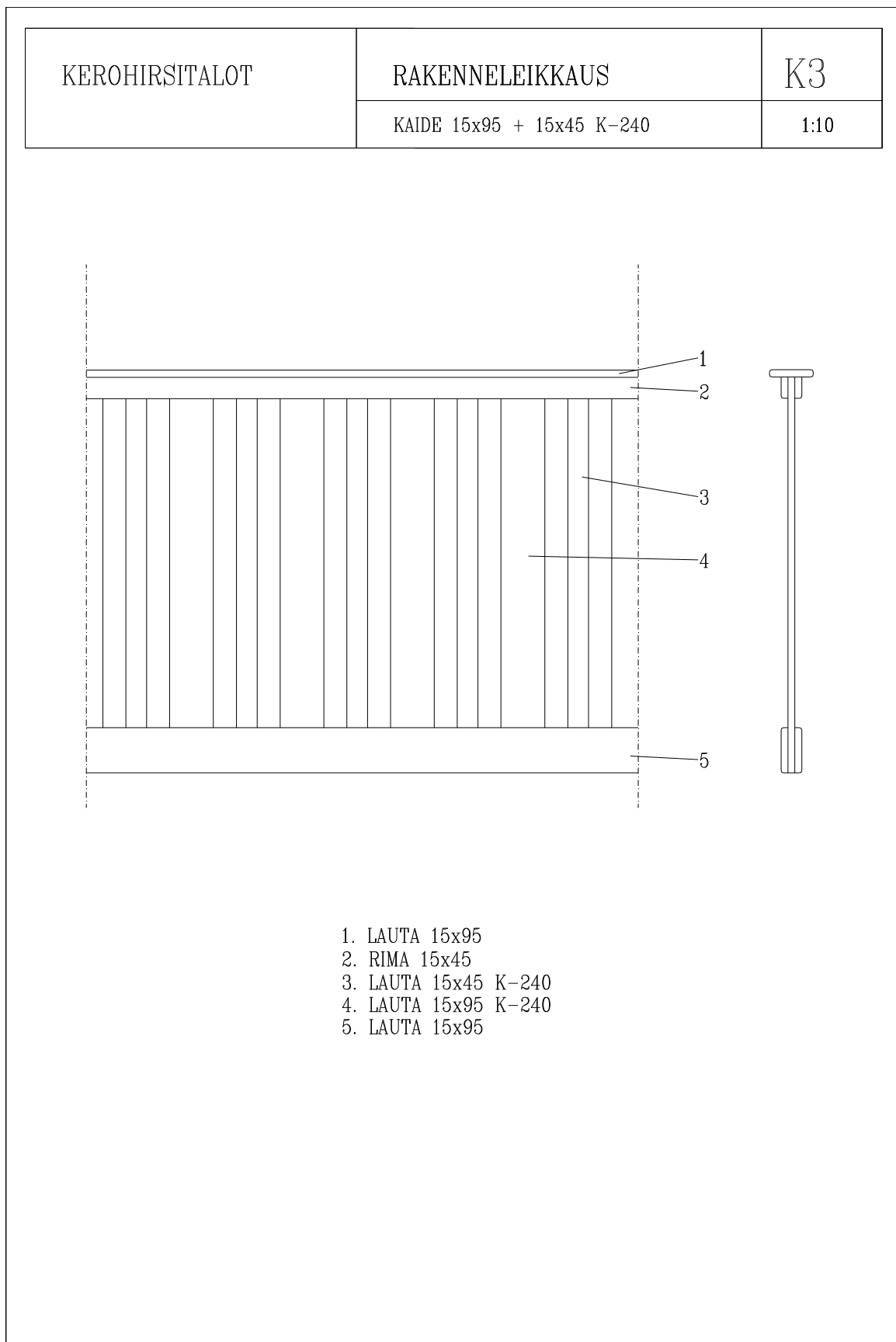


1. LAUTA 15x95
2. RIMA 15x45, 15x95 HALKAISTAAN TYÖMAALLA
3. LAUTA 15x95 K-150
4. LAUTA 15x95

KEROHIRSITALOT	RAKENNELEIKKAUS	K2
	KAIDE 15x45 K-145	1:10



1. LAUTA 15x95
2. RIMA 15x45
3. RIMA 15x45 K-145
4. LAUTA 15x95

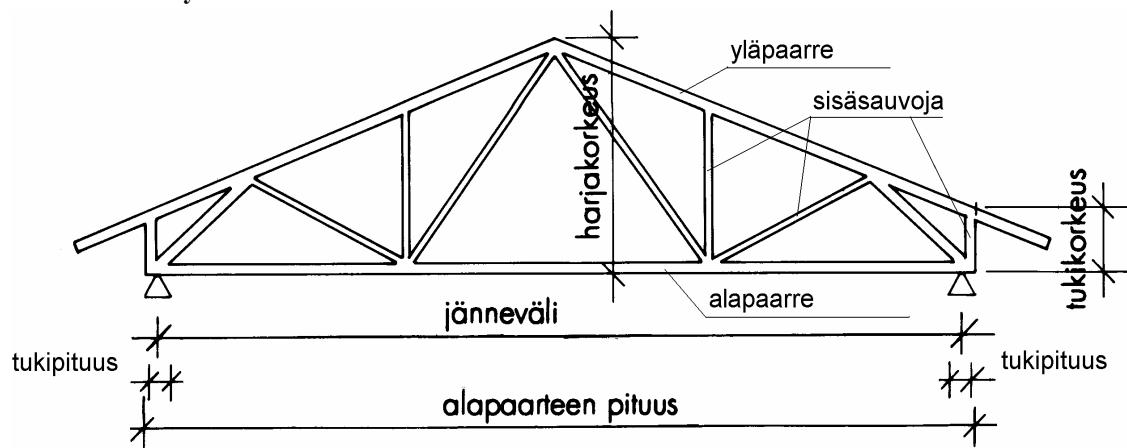


NR- NAULALEVYRAKENTEIDEN ASENNUS- JA TUENTAOHJE

Naulalevyrakenteiden käsittely, asennus, kiinnitys ja tuenta tulee toteuttaa rakennuskohteen **vastaavarakennesuunnittelijan** vahvistamien suunnitelmien tai vähintään tämän tuentaohjeen yleisperiaatteiden mukaan.

Suunnitelmien ja tuentaohjeen noudattamisen valvontavastuu on rakennuskohteen **vastaavalla työnohtajalla**. Vastaavan työnohtajan on täytettävä liitteenä oleva **asennustyön tarkastuslomake**, joka liitetään rakennustyön tarkastusasiakirjaan (MRL 150§, MRA 77§, RakMk A1 määräykset 7.1 – 7.2).

Naulalevyrakenne



Naulalevyrakenne eli NR-rakenne on mitallistetusta lujuuslajitellusta sahatavarasta naulalevyliitoksien koottu kantava puurakenne. NR-rakenteet valmistetaan kyseiseen tuotantoon erikoistuneissa tehtaissa ulkopuolisen laadunvalvonnan alaisena. Inspecta Sertifiointi toimii Ympäristöministeriön hyväksymänä naulalevyrakenteiden laaduntarkastuslaitoksena.

Inspecta Sertifiointin laaduntarkastukseen kuuluvat naulalevyrakenteet merkitään NR-laatuilemalla, jossa on esitetty Inspectan myöntämä tehtaan NR-tunnus, rakennepiirustuksen numero, valmistusviikko ja -vuosi em. järjestyksessä, esimerkiksi:

NR3042 1234 10 08

1 VASTAANOTTOTARKASTUS

NR-rakenteiden toimitukseen kuuluu piirustus, lujuuslaskelmat ja naulalevyrakenteiden tuentaohje. **NR-suunnitelmat on aina toimitettava rakennuksen vastaavan rakennesuunnittelijan hyväksyttäväksi ennen NR-rakenteiden valmistusta.** Hän tarkastaa, että NR-suunnitelmissa esitetyt vaatimukset toteutuvat myös rakennuskohteessa. Vastaava rakennesuunnittelija toimittaa edelleen varmentamansa NR-suunnitelmat rakennusvalvontaviranomaiselle rakennuslupamääräysten mukaisesti sekä työmaalla.

Rakennuksen vastaava rakennesuunnittelija yleensä suunnittelee NR-rakenteiden liittymisen muihin rakenteisiin ja NR-rakenteista muodostuvan kokonaisuuden jäykistämisen. Hänen on kuitenkin huolehdittava, että erillistehtävänä laaditut rakenteiden, rakennusosien tai järjestelmien suunnitelmat muodostavat keskenään toimivan kokonaisuuden (esim. rakennuksen kokonaisvakavuus) / RakMk A2 määräys 3.2.2.

a.) Suunnitelmien saapuessa työmaalle on varmistettava ainakin seuraavat asiat:

1. NR-rakenteen äärimitat ja tukipisteiden paikat. Kannatejako (NR-rakenteiden k-väli)
2. Alapuolinen tukimateriaali ja tukipintojen pituudet
3. Yläpaarteen ruodeväli, myös katon korotusten ja kaksiosaisten NR-rakenteidenylävaakapuun kohdalla.
4. Mahdolliset nurjahdustuettavat sisäsauvat.
5. Työmaalla tehtävät kokoonpanoliitokset tai vahvistukset, kuten kaksiosaisten NR-rakenteiden liittäminen, pitkän avoräystään vahvistus tai tukialueen vahvistaminen tukipainekengillä
6. Mahdollinen välipohjan rakenne (vrt. NR-rakenteen värähtelysuunnittelussa oletettu (lattiarakenne)
7. Mahdolliset muista rakenteista, laitteista yms. tulevat piste- ja ripustuskuormat ja työaika- ja kuormitukset, ellei niitä ole suunnitelmissa huomioitu.

Poikkeavissa tapauksissa on otettava yhteyttä rakennuksen vastaavaan rakennesuunnittelijaan, joka tarvittaessa ottaa yhteyttä NR-suunnittelijaan.

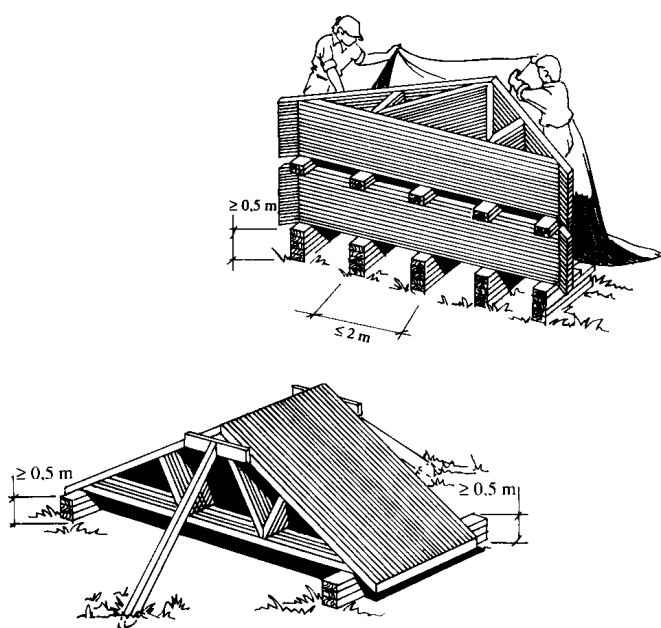
b.) Toimituksen saapuessa on tarkistettava, että NR-rakenteiden toimitusmäärä vastaa tilaussopimusta, että rakenteiden NR-tunnus vastaa piirustuksen numeroa ja että rakenteissa ei ole kuljetusvaurioita. Mikäli puutteita tai vaurioita esiintyy, tulee välittömästi ottaa yhteyttä NR-rakenteiden valmistajaan, joka huolehtii jatkotoimenpiteistä. Naulalevyrakenteen äärimitoissa, liitosten paikoissa ja naulalevyjen sijoituksessa sallitaan poikkeamia kohdassa 10 esitettyjen valmistustoleranssien puitteissa.

2 VARASTOINTI

NR-rakenteet varastoidaan rakennuspaikalla pysty- tai vaaka-asennossa vaakasuoralla alustalla, jolloin estetään pysyvien taipumien muodostuminen. Varaston tulee sijaita liikennöimättömällä alueella mekaanisen vaurioitumisen välttämiseksi.

Pystyasennossa naulalevyrakenteet varastoidaan tukipisteiden kohdalle sijoitettujen aluspuiden päällä niputettuna toisiinsa ja tuettuna kaatumista vastaan. Vaaka-asentovarastoinnissa aluspuita tulee olla riittävän tiheässä ($\leq 2\text{m}$). Mikäli useampia ristikkonippuja varastoidaan päällekkäin, tulee välipuiden sijaita samoilla pystylinjoilla kuin aluspuut.

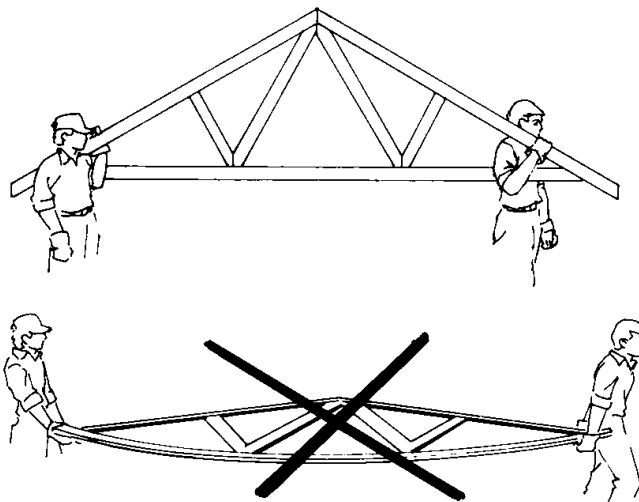
Aluspuiden tulee olla riittävän korkeat (n. 0,5 m) siten, että NR-rakenteen mikään osa ei ole maa- tai lumikosketuksessa ja että suojauksen alle jää tuuletusväli. Varastoinnissa NR-rakenteet suojataan sateelta vedenpitävällä vaipalla, jonka toiminta on varmistettava myös kovilla tuulilla. Naulalevyrakenteita saa säilyttää sateelta suojaamattomana asennusaikana enintään 2 viikon ajan.



Kuva 1. NR-rakenteiden varastointi.

3 KÄSITTELY JA NOSTOT

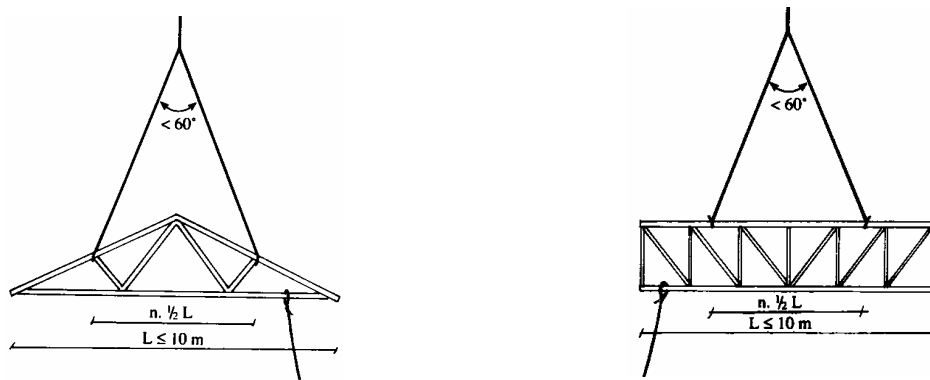
Naulalevyrakenteet on suunniteltu toimivaksi pystyasennossa, joten niitä on käsiteltävä ja kuljetettava pystysuorassa. Lappeellaan siirrettävään NR-rakenteeseen kohdistuu käsittelyvaiheessa rasituksia, joita ei ole otettu huomioon suunnittelussa. Yleisimpiä käsittelyvaurioita ovat naulalevyjen puusta irtoamiset ja sauvojen murtumiset.



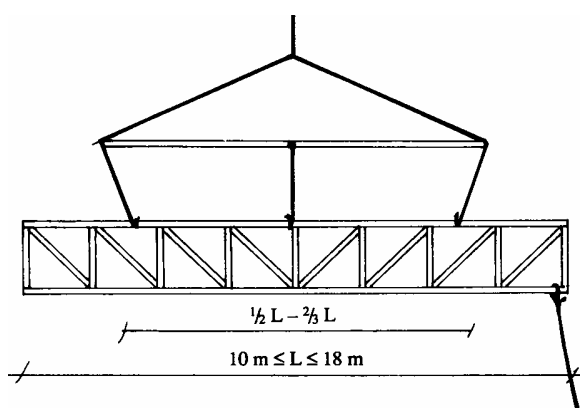
Kuva 2. NR-rakenteiden käsittely

Naulalevyrakenteet voidaan nostaa joko nippuna tai yksittäin kantavien seinien päälle suoraan autosta tai työmaavarastosta. Nosturinostossa on käytettävä yleensä vähintään kahta nostopistettä siten, että nostopisteiden väli on noin puolet rakenteen pituudesta. Ainoastaan alle 7 m pituisten symmetristen harjaristikoiden yhteydessä voidaan nosto suorittaa pelkästään harjapisteestä.

Pitkien rakenteiden yhteydessä on käytettävä nostopalkkia, jolla on riittävä sivuttaisjäykkyys sekä kolmea tai useampaa nostopistettä. Kuvissa 3–5 on esitetty NR-rakenteen pituuden mukaan suositeltavat nostotavat.

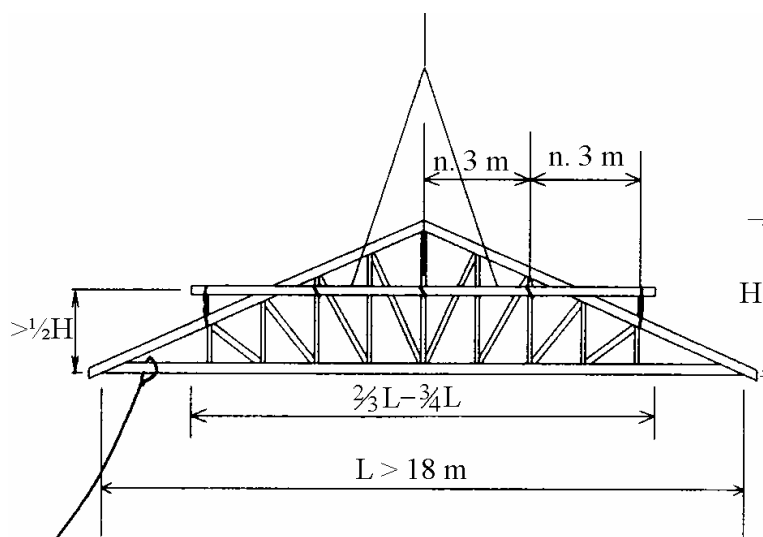


Kuva 3. Nosto ilman palkkia kahdesta pisteestä.



Kuva 4. Nosto palkin kanssa kolmesta pisteestä,

kun $10\text{ m} < L \leq 18\text{ m}$.



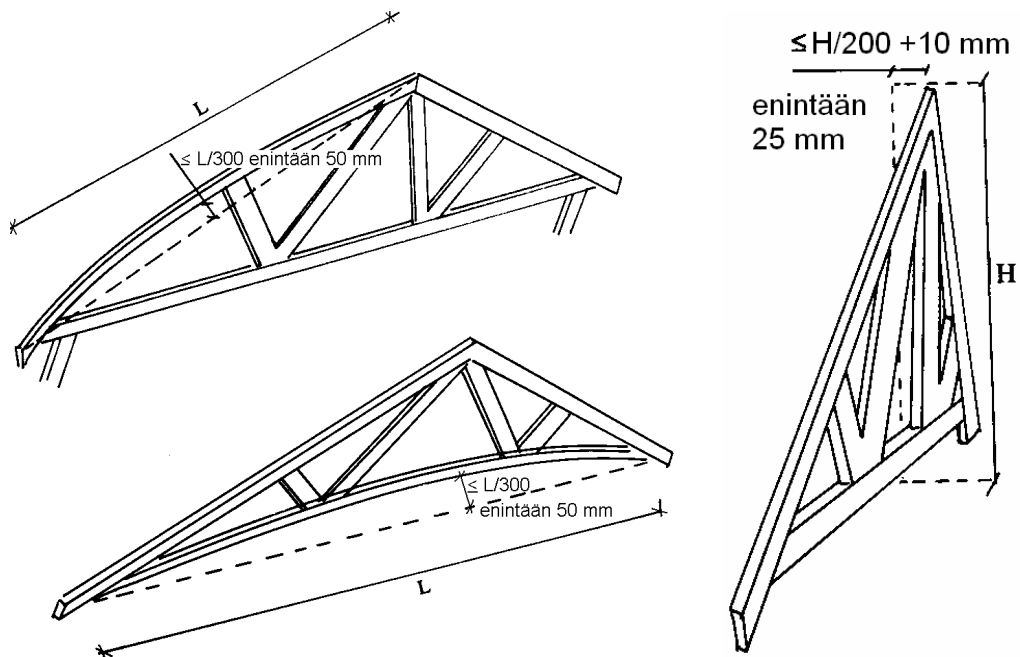
Kuva 5. Nosto palkin kanssa viidestä pisteestä tuettuna, kun $L > 18\text{ m}$. Ristikon korkeuden puoliväliin on asetettu palkki, jossa on palkin pituussuunnassa säädettävät nostokohdat. Ristikko sidotaan palkkiin.

4 ASENNUSTOLERANSSIT

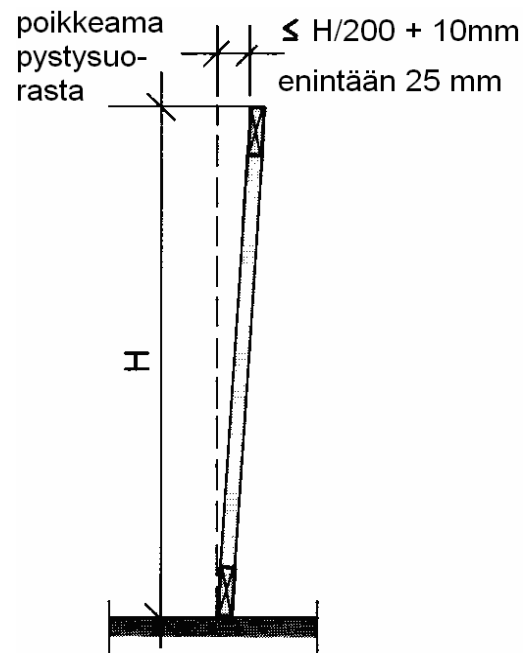
Naulalevyrakenteiden pystysuoruudessa ja paarteiden sivuttaisessa suoruudessa on noudatettava kuvissa 6 ja 7 esitettyjä toleranssivaatimuksia. Sisäsauvan käyryys sivusuuntaan saa olla asennuksen jälkeen enintään 15 mm. Naulalevyrakenteiden suoruus ja pystyasento on tarkistettava ennen lopullisten poikittaisjäykisteiden asennusta.

NR-kannattimen tukien on sijoitettava NR-suunnitelmassa esitetyllä tukialueella. Suunnitelmia useampien tuentapisteiden käyttö ei ole sallittua. Epäsymmetrisesti tuettavien ristikoiden yhteydessä on oltava erityisen huolellinen, että ristikot asennetaan piirustusten mukaan oikein päin eli että tukipisteet tulevat ristikoiden sisäsauvoihin nähden oikealle kohdalle.

Kaikkien tukipituuksien tulee täyttää NR-suunnitelmassa esitetyt vähimmäisarvot. Rakennesuunnittelijan on tarkistettava yläjuoksun tukipainekestävyys, jos yläjuoksun jatkos sijaitsee lähempänä kuin 100 mm etäisyydellä tukipisteestä.



Kuva 6. Paarteiden asennustoleranssit.



Kuva 7. Pystysuoruustoleranssi

Naulalevyrakennetta tai sen sauvaa **ei saa** katkaista, loveta tai rei'ittää, ellei NR-suunnitelma anna siihen mahdollisuutta.

Mikäli tukien asemaan on tullut muutoksia tai naulalevyrakenne halutaan katkaista tai loveta, on ennen asennusta otettava yhteyttä NR-suunnittelijaan, joka tarkistaa, onko tilalle tehtävä toisenlainen rakenne. Jos toimitettua rakennetta voi työmaalla korjata, niin hän tekee tarvittavan korjaussuunnitelman.

5 ASENNUS JA ASENNUSAIKAINEN TUENTA

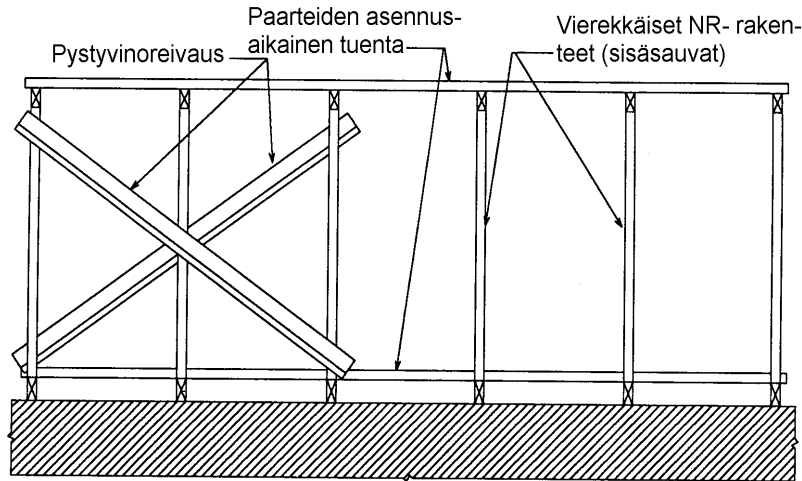
NR-rakenteen asennus, kiinnitys ja tuenta toteutetaan tätä ohjetta noudattaen, ellei rakenne- tai NR-suunnitelmissa ole muuta esitetty. Naulalevyrakenteista muodostuvan rakennekokonaisuuden tuenta ja jäykistys toteutetaan **aina** erillisen, vastaavan rakennesuunnittelijan vahvistaman suunnitelman mukaan.

Asennusaikainen tuenta on tehtävä niin tukevasti, että naulalevyrakenteet pysyvät asemassaan ottaen huomioon rakennusaikaiset kuormitukset, kuten tuuli ja kannatteiden päälle nostettavat rakennustarvikkeet, jotka suunnitelmissa on huomioitu. Tuenta voidaan toteuttaa paikalla rakennettavilla reivauksilla. Suositeltavin tapa on kuitenkin käyttää NR-vaakaristikoita ja –pukkeja, jotka toimivat myös rakennekokonaisuuden lopullisena jäykistystuentana. NR-vaakaristikkojen ja –pukkien asennus toteutetaan jäykistysuunnitelman mukaan ja ne huomioitava jo ristikkotilausta tehtäessä.

Kannattimien kaatuminen estetään käyttämällä väliaikaisia naulaamalla kiinnitettäviä ristikkäisiä pystyvinoreivauksia (X-tuet), joilla jäykistetään aina vähintään kentän reunimmaisat kannattimet (ks. kuva 8). X-tuet naulataan niihin lähinnä pystysuoraa oleviin ristikon sisäsauihin, joiden yläpäiden välinen vaakaetäisyys on enintään 2,5 m. Pystyvinoreivaukset tehdään NR-rakennekentän molempiin pätyihin ja mikäli rakennekentän pituus on yli 15 m, tehdään välireivaukset siten, että X-tukien välinen etäisyys on rakennuksen pituussuunnassa enintään 10 m. Pystyvinoreivauksiin käytetään vähintään 22x100 lautaa ja naulaus on vähintään 2n2,8x75/liitos. NR-suunnitelmassa nurjahdustuennoille esitettyä suurinta sallittua nauladimensioita tulee noudattaa myös asennusaikaisissa tuennoissa.

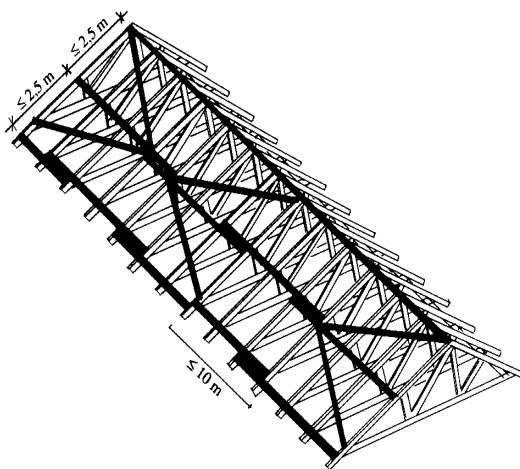
Naulalevyrakenteet sidotaan yläreunastaan toisiinsa enintään 2,5 m välein siten, että tuentalinjat sijaitsevat pystyvinoreivauksien kohdalla. Alapaarteiden tuentaväli on enintään 4 m ja tuentaruoteet kiinnitetään mahdollisiin päätyrunkoihin ja väliseiniin. Sekä ylä- että alapaarteiden tuentaruoteiden väliin kiinnitetään kuvien 9 ja 10 mukaiset paarretasojen vinoreivaukset, jotka tehdään vähintään rakennuksen molempiin päihin. Yli 15 m pitkissä ristikkokentissä on tehtävä kuvien mukaiset välireivaukset. Asennusaikaiseen tuentaan

käytetään vähintään $22 \times 100 \text{ mm}^2$ lautta, joka naulataan kaikista paarrepisteistä vähintään kahdella $2,8 \times 75$ naulalla.

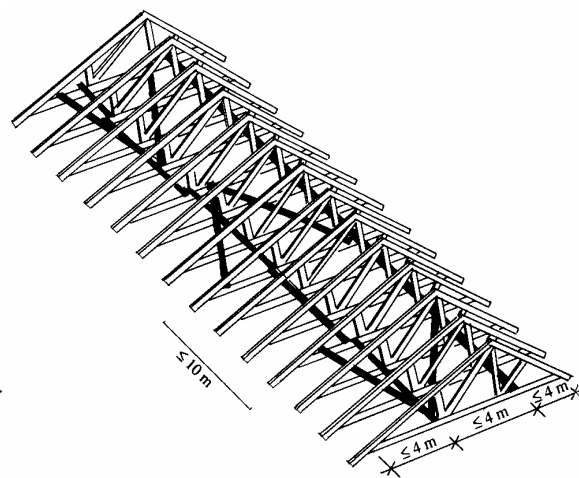


Kuva 8. Asennusaikainen pystyvinoreivaus. X-tukien välinen etäisyys on kannattimen suunnassa enintään 2,5 m.

Mikäli ristikkokentän jäykistys toteutetaan rakennesuunnitelman mukaan NR-vaakaristikoidilla (katso kuvat kohdassa 9.), väliaikaisia pystyreivauksia tarvitaan yleensä vain harjan ja tukien kohdalla. Kun NR-vaakaristikoiden yhteydessä käytetään ristikoiden väliin pystyyn sijoitettavia NR-pukkeja, asennusaikaisia pystyvinoreivauksia ei tarvita. Tällöin asennus voidaan suorittaa siten, että ensimmäiset kannattimet kootaan jo maassa vaakaristikoiden ja pukkien kanssa nippuun ja nostetaan katolle valmiina jäykistettynä elementtinä.



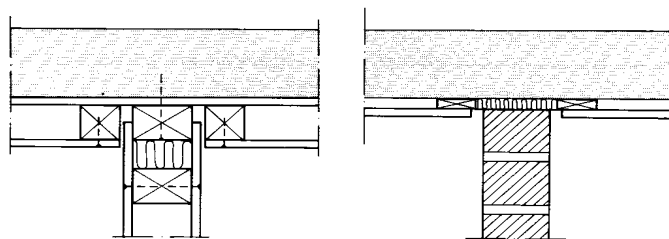
Kuva 9. Yläpaarteiden asennusaikainen tuenta.



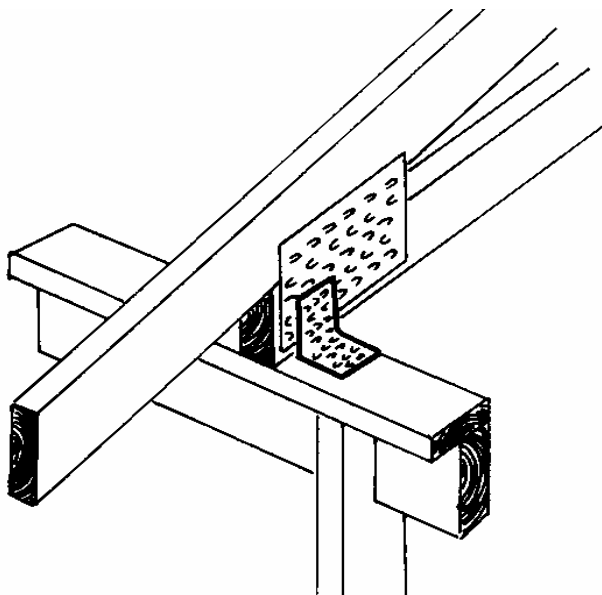
Kuva 10. Alapaarteiden asennusaikainen tuenta.

6 TUKIKIINNITYS

Naulalevyrakenteet saadaan tukea vain piirustuksiin merkityistä pisteistä. Kantamattomien väliseinien ja alapaarteen väliin on jätettävä painumisvara (ks. kuva 11). Painumisvaran on oltava vähintään $A/150$, kun A on liittymäpisteen etäisyys lähimmältä NR-rakenteen tuelta.



Kuva 11. Ei-kantavien väliseinien liittymiä.



Kuva 12. Tukikiinnitys kulmakiinnikkeellä

Tukikiinnitykset toteutetaan rakennesuunnitelman mukaan. Yleensä tukikiinnitykseen käytetään tehdasvalmisteista kulmakiinnikettä, joka naulataan ns. ankkurinauloilla. Kiinnitykseen tulee käyttää suunnitelmassa esitettyä kulmakiinnikettä ja nauvoja. NR-suunnitelmassa esitetyt kulmakiinnikkeet ja naulat voidaan tilata NR-rakenteiden valmistajalta. Kulmakiinnikkeet asennetaan yleensä pidempi sivu ylöspäin. Mikäli tukialueella on naulalevy, voidaan naulaus tehdä sen läpi käyttäen tarvittaessa esiporausta (ks. kuva 12).

Sekä NR-rakenteen että alapuolisen tuen tukipainekestävyyttä voidaan parantaa tukipainekengillä tai tukipainekulmilla. Niiden käyttäminen edellyttää NR-suunnittelijan tekemää erillissuunnitelmaa. Tällöin tukipainekiinnikkeet ja niiden kiinnityksessä tarvittavat naulat sisältyvät NR-toimitukseen.

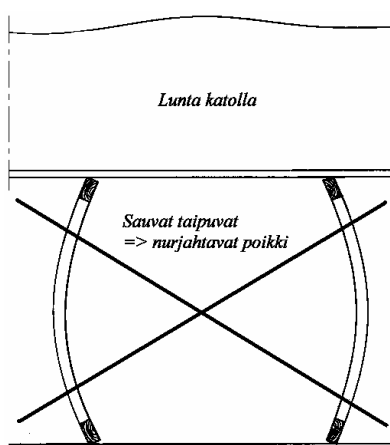
Tukikiinnitykseen ei saa käyttää vinonaulausta, koska naulat voivat halkaista paarteesta irtokiilan, joka ei ota vastaan tukipainetta. Vinonaulausta käytetään vain, jos rakennesuunnitelmassa niin on esitetty. Se on mahdollista vain välituella, jossa ei ole paarrejatkoa ja jossa naulalevy ulottuu paarteen alapintaan.

7 SISÄSAUVOJEN NURJAHDUSTUET

Nurjahdustuettavat sisäsauvat on merkitty sekä NR-suunnitelmaan että itse NR-rakenteeseen HUOM-merkinnällä. Merkityt sauvat on tuettava työmaalla rakennetasoa vastaan kohtisuorassa suunnassa. Sisäsauvojen nurjahdustuennat on ehdottomasti asennettava. Muutoin NR-rakenteen kuormituskestävyys voi jäädä murto-osaan suunnittelukuormasta (ks. kuva 13). Naulalevyrakenteet pyritään suunnittelemaan siten, että sisäsauvoissa ei tarvittaisi lainkaan nurjahdustukia. Pitkissä tai korkeissa NR-rakenteissa niitä ei kuitenkaan yleensä voida välttää.

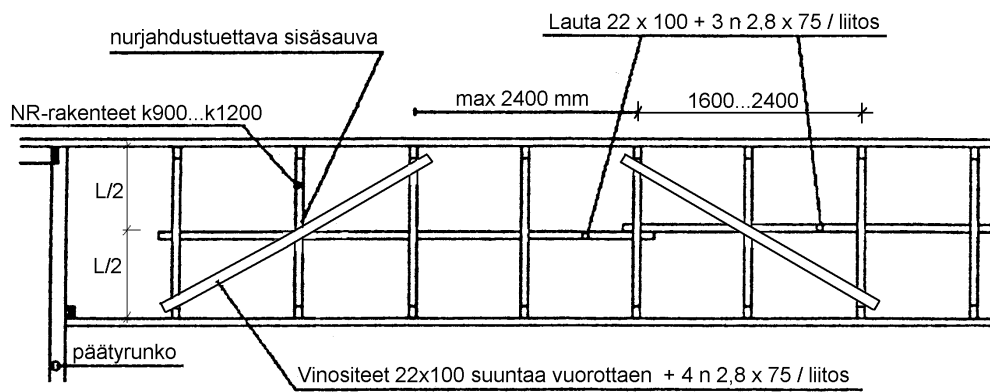
Nurjahdustuenta toteutetaan NR-suunnitelmassa esitetyllä tavalla. Sisäsauvan nurjahdustuenta tehdään kuvassa 14 esitetyn yleisohjeen mukaan, kun NR-suunnitelmassa viitataan tuentaohjeen mukaiseen nurjahdustuentaan. Kuvassa esitetty lauta 22x100 voidaan korvata dimensiolla 25x100 ja lankanaulat 2,8x75 konenauloilla 2,8..3,0x65..90. NR-suunnitelmassa esitettyä suurinta sallittua naulapaksuutta ei saa ylittää.

Jos sisäsauva on tuettava useammasta kuin yhdestä pisteestä tai jos nurjahdustuettavan sauvan laskelmissa esitetty puristusvoima $N_d > 15 \text{ kN}$,



Kuva 13. NR-rakenne ei kestä suunnittelukuormaa, jos sisäsauvojen nurjahdustuet jäävät asentamatta.

kuvassa 14 esitetty yleisohje ei ole riittävä. Tällöin nurjahdustuenta toteutetaan NR-suunnitelmassa tai sen liitteessä esitetyllä tavalla.



Kuva 14. Yleisohje sisäsaavan nurjahdustuennan toteuttamiselle.

8 PAARTEIDEN TUENTA

NR-suunnitelmassa on esitetty sivusuunnassa tuettavat paarteet ja tuentaan käytettävät suurimmat sallittavat ruodejaot. Kaikkien kannattimien yläpaarteet, myös korkeiden katkaistujen NR-kannattimien yläpaarteiden vaakaosot, on tuettava poikittaissuunnassa. Myös tietyt alapaarreosat saattavat vaatia sivuttaistuenta. Tuenta voidaan tehdä paarteen ylä- tai alapuolelle kiinnitetyillä ruoteilla, umpeen laudoituksella tai levyillä.

Liitosten naulauksissa on noudatettava suunnitteluohjeiden mukaisia naulapaksuuksia ja reunaetäisyyksiä.

Esim. puutavaran paksuus maksimi naulapaksuus

42 mm 3,0 mm

45 mm 3,2 mm

48 mm 3,4 mm

9 KATON KOKONAIJÄYKISTYS

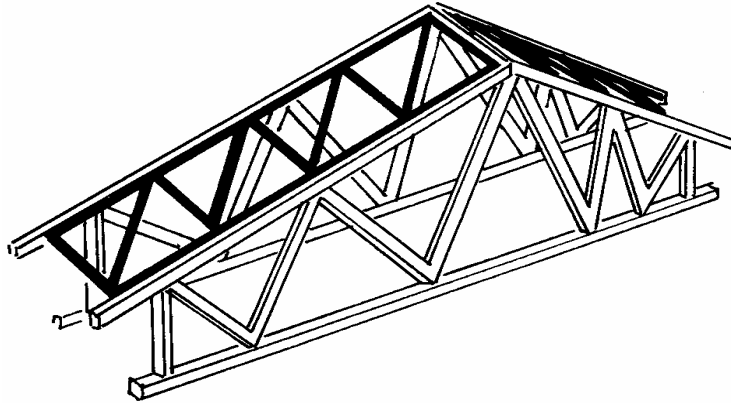
NR-rakennekentän kokonaisjäykistys toteutetaan aina erillisen, kohteen vastaavan rakennesuunnittelijan vahvistaman rakennesuunnitelman mukaan. Yläpaarteiden poikittaistuennat eivät yksistään jäykistä kattoa. NR-rakenteiden tuentavoimat ja ulkoiset vaakakuormat, kuten tuuli, johdetaan katon jäykistyksellä jäykistäville pystyrakenteille. Vaihtoehtoisia katon jäykistystapoja ovat:

- NR-vaakaristikot ja -tuulipukit (ks. kuvat 16 ja 17).
- Paikalla rakennettavat vaakaristikot ja reivaukset.
- Pystyvinoreivaukset yhdessä päätyseinän yläsidepalkin ja alapaarrejäykistyksen kanssa.
- Levyjäykistys (profiilipeltikate, levytetty yläpaarretaso).

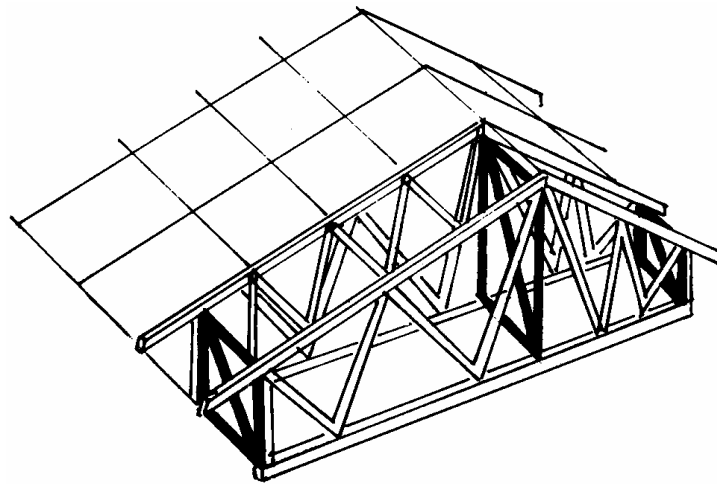
Kattotason jäykistyksen lisäksi kantavien/jäykistävien seinälinjojen kohdalla täytyy olla reivaukset, joilla kuormat johdetaan yläpaarretasolta seinän yläpäähän. Tässä voidaan käyttää NR-kannattimien väliin sijoitettavia tehdasvalmisteisia NR-pukkeja, joiden korkeudet vastaavat tukikorkeuksia.

Tiilikatteiden yhteydessä yläpaarretaso täytyy aina erikseen jäykistää. Ruodelaudoitus ei toimi jäykistävänä rakenteena. Myös umpeen laudoitetuissa / ponttilaudoitetuissa huopakatoissa täytyy erilliset jäykistävät rakenteet. Profiilipeltikatteilla on yleensä alle 12 m jänneväleillä riittävä jäykistyskyky, mutta katteen hyödyntäminen jäykistävänä rakenteena edellyttää huomattavasti tiheämpää kiinnitystä, kuin mitä katteen valmistaja suosittelee tuulen imukuormitukselle. Jäykistykseen käytettävän peltikatteen kiinnityksen määrittelee kohteen vastaava rakennesuunnittelija. Konesaumattavalla sileällä peltikatteella ei ole jäykistyskykyä.

NR-vaakaristikot ovat nopeasti asennettavia ja yleensä edullisempia kuin paikalla rakennettavat katon vaakaristikot. Varsinkin pitkien ristikoiden sekä tiilikatteiden yhteydessä katon kokonaisjäykistys kannattaa toteuttaa NR-vaakaristikoilla ja -pukeilla, jotka tilataan ja toimitetaan yhdessä varsinaisten NR-kannattimien kanssa.



Kuva 16. Katon jäykistämiseen käytettävät NR-vaakaristikot.



Kuva 17. Pystyasentoon asennetut NR-pukit.

10 VALMISTUSTOLERANSIT

NR-rakenteet täyttävät naulalevyrakenteiden tuotestandardissa SFS-EN 14250 esitetyt vaatimukset. Inspecta Sertifiointi Oy:n laadunvalvontaan kuuluvat tehtaot noudattavat seuraavia valmistustoleransseja.

Rakenteen pituus saa poiketa piirustuksen mitoista ± 10 mm, kun NR-rakenteen pituus on enintään 10 m. Kun NR-rakenteen pituus $L > 10$ m, pituustoleranssi on $\pm L/1000$. Saman sarjan NR-kannattimien pituudet saavat poiketa toisistaan kuitenkin enintään 10 mm.

Rakenteiden korkeus saa vaihdella ± 10 mm.

Liitosten paikat saavat poiketa piirustuksesta ± 20 mm. Naulalevyjen sijoitustoleranssi on esitetty NR-suunnitelmassa.

Ohjeena käytetty: (RIL 248-2008. 2008.) Ristikoiden asennus- ja tuentaohjetta.

Naulalevyrakenteiden asennustyön tarkastuslomake

Lomakkeen täyttää ja allekirjoittaa vastaava työnjohtaja. Lomake liitetään rakennustyön tarkastusasiakirjaan, joka esitetään katselmuksessa rakennusvalvontaviranomaiselle.

Rakennuskohde: _____ **Osoite:** _____

Rakennuslupanumero: _____

Kohteen naulalevyrakenteet:

NR-tunnus: _____ lukumäärä: _____

NR-tunnus: _____ lukumäärä: _____

NR-tunnus: _____ lukumäärä: _____

NR-tunnus: _____ lukumäärä: _____

NR-tunnus: _____ lukumäärä: _____

Vastaanottotarkastus

- ☐ Vastaavan rakennesuunnittelijan hyväksymät NR-suunnitelmat ovat työmaalla ja toimitettu rakennusvalvontaan.
- ☐ Työmaalla on naulalevyrakenteiden tuentaohje.
- ☐ Rakenteissa on NR-leimat ja rakenteiden toimitusmäärät vastaa suunnitelmia.
- ☐ Rakenteissa ei ole kuljetusvaurioita.

Varastointi ja käsittely

- ☐ Naulalevyrakenteiden varastoinnissa ja sääsuojauksessa rakennuspaikalla on noudatettu tuentaohjeen periaatteita tai NR-valmistajan antamia erityisohjeita.
- ☐ Naulalevyrakenteiden käsittelyssä ja nostoissa rakennuspaikalla on noudatettu tuentaohjetta.

Asennustoleranssit

- ☐ Paarteiden asennustoleranssit ja pystysuorustoleranssit eivät ylitä tuentaohjeen enimmäisarvoja.
- ☐ Kaikki tukipituudet täyttävät NR-suunnitelmissa esitetyt vähimmäisarvot.
- ☐ Naulalevyrakenteita ei ole rei'itetty, lovettu tai katkaistu ilman NR-suunnittelijan lupaa.

Asennusaikainen

tuenta ja tukikiinnitykset

- ☐ Kaatumisen estämiseksi asennusaikainen pystyvinoreivaus on tehty vastaavan rakennesuunnittelijan suunnitelman tai X-tuilla tuentaohjeen mukaan.
- ☐ Ylä- ja alapaarteiden asennusaikainen tuenta on tehty vastaavan rakennesuunnittelijan suunnitelman tai tuentaohjeen mukaan.
- ☐ Naulalevyrakenteiden tukikiinnitykset on toteutettu rakenne- tai NR-suunnitelman mukaisesti.
- ☐ Ei-kantavien seinien ja NR-rakenteen väliin on jätetty tuentaohjeen edellyttämä painumisvara.
- ☐ Erikoisnaulalevyrakenteiden (esim. ns. saksiristikot) tukikiinnitykset on toteutettu rakenne-/NR-suunnittelijan erillissuunnitelman mukaan.

Sisäsauvojen nurjahdus-

tuet ja paarteiden tuenta

- ☐ Kaikki NR-suunnitelmiin ja – rakenteisiin merkityt nurjahdustuettavat sauvat on tuettu NR-suunnitelman mukaan tai tuentaohjeen yleisohjetta noudattaen.
- ☐ Kaikki NR-suunnitelmissa esitetyt sivusuunnassa tuettavat paarteet on tuettu niissä annettua maksimiruodejakoa noudattaen (tai levyä tai umpilaudoitusta käyttäen).
- ☐ Liitosten naulauksissa on noudatettu suunnitteluohjeen mukaisia naulapaksuuksia ja reunaetäisyyksiä.

Katon kokonaisjäykistys

- ☐ Työmaalla on vastaavan rakennesuunnittelijan vahvistama kokonaisjäykistykseen rakennesuunnitelma.
- ☐ Katon kokonaisjäykistys on toteutettu em. suunnitelman mukaisesti.

HUOM. Pitkien, jänneväliltään yli 16 m naulalevyristikoiden yhteydessä on suositeltavaa tilata omaehtoisesti asiantuntija- tai ulkopuolinen tarkastus koskien niin asennusaikaista kuin lopullista, suunnitelmien mukaista toteutusta. Tarkastajana voi toimia NR-suunnittelija tai AA-vaativuusluokan pätevyyden (FISE) omaava puurakenteiden suunnittelija. Asiantuntijan tai ulkopuolisen tarkastajan pöytäkirja liitetään tähän lomakkeeseen. Rakennusvalvontaviranomainen voi tarvittaessa vaatia ulkopuolisen tarkastuksen (MRL 151§ 4.mom).

Paikka ja aika

Vastaava työnjohtaja

Nimen selvennös